

STAT

COMMISSION
INTERNATIONALE
DES
GRANDS
BARRAGES
ET DE LA
CONFÉRENCE
MONDIALE
DE
L'ÉNERGIE

★
COMITÉ
ALGÉRIEN
DES
GRANDS
BARRAGES



L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

d' **ORAN**

et

MERS-EL-KÉBIR

NOTICE
PRÉSENTÉE PAR
LES ENTREPRISES
SOCOMAN - E.G.T.H.
CHABAL et NEYRPIC

STAT

CONGRÈS DES GRANDS BARRAGES

NEW-DELHI, JANVIER 1951

LES TRAVAUX DE L'ADDUCTION EN EAU POTABLE

d' **ORAN**

et

MERS-EL-KÉBIR

*ont été exécutés sous la direction de
MM. les Ingénieurs en Chef des Ponts-et-Chaussées*

VERGNIEAUD, DROUHIN, BOUVET

et

BROCHET

par les entreprises :

SOCOMAN : pour l'ensemble de la canalisation, des ouvrages d'art et hydrauliques.

E.G.T.H. (Entreprise de Grands Travaux Hydrauliques) : pour le souterrain et le bassin de compensation.

C. CHABAL & C^{ie} : pour la station de filtration et les installations de stérilisation.

NEYRPIC : pour l'appareillage de régulation hydraulique avec le concours des
LABORATOIRES DAUPHINOIS D'HYDRAULIQUE.

SOMMAIRE

	Pages
CHAPITRE 1. — GÉNÉRALITÉS	3
1 - Alimentation actuelle en eau potable de la Ville d'Oran	3
2 - Caractéristiques générales du projet	5
3 - Mise au point du projet	5
4 - Généralités techniques concernant l'étude hydraulique	8
 CHAPITRE 2. — AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL DE LA HAUTE TAFNA	 12
1 - La Tafna, son bassin versant, son régime	12
2 - Le périmètre d'irrigation de Marnia	12
3 - Les ouvrages communs aux irrigations de Marnia et à l'alimentation en eau d'Oran	12
4 - Les usines hydroélectriques	16
5 - Les ouvrages proprement dits de la canalisation	16
 CHAPITRE 3. — SOUTERRAIN DE LA TAFNA. LE BASSIN DE COMPENSATION	 17
1 - Généralités, le terrain	17
2 - Le souterrain proprement dit	18
3 - Bassin de compensation du Bou-Hallou	19
4 - Ouvrages annexes	22
 CHAPITRE 4. — FILTRATION ET STÉRILISATION DES EAUX	 23
1 - Généralités	23
2 - Principe technique des installations	24
3 - Description des installations	24
4 - Exécution des travaux	26
 CHAPITRE 5. — CONDUITE PROPREMENT DITE. LA CANALISATION	 29
1 - Généralités	29
2 - Fabrication en usine	31
 CONCLUSIONS	 38
Economie de l'ouvrage	38
Quantité de matériaux	38
Délais prévu	38

COMITÉ ALGÉRIEN DES GRANDS BARRAGES

ALIMENTATION EN EAU POTABLE D'ORAN ET DE MERS-EL-KÉBIR

CHAPITRE I

Généralités

I. — ALIMENTATION ACTUELLE EN EAU POTABLE DE LA VILLE D'ORAN.

A l'heure actuelle, et depuis de nombreuses années, la Ville d'Oran est alimentée en eau d'une manière bien insuffisante, aussi bien en quantité qu'en qualité.

Ses ressources proviennent de plusieurs origines qui marquent chacune la recherche d'une amélioration que l'on croyait chaque fois définitive, mais qui, en fait, ne fut toujours que passagère.

La Source de Raz-el-Aïn, située aux confins de la ville, dans le ravin du même nom, est la plus ancienne de ces ressources. Connue et utilisée depuis l'antiquité, elle fut aménagée par les Espagnols, lors de leur installation dans la région, au XVIII^e siècle. Toutefois les ouvrages, endommagés par le tremblement de terre de 1790, devaient tomber en complet délabrement sous la domination des Barbaresques, au début du XIX^e siècle.

Les Français, peu après la conquête, entreprirent des travaux d'aménagement et d'amélioration (prolongement de la galerie de captage — création d'une station de pompage et d'un réservoir de distribution) qui permirent une alimentation suffisante jusque vers 1875.

A cette époque, l'augmentation de la population, d'une part, l'extension des quartiers nouveaux, à une cote supérieure à celle que pouvait desservir les installations existantes, d'autre part, incitèrent la Municipalité à rechercher de nouvelles ressources.

Le débit actuel (5.000 m³ par jour environ) est toujours utilisé pour l'alimentation des quartiers de la Marine et du Port. La faible salure (0,2 gr. Cl Na par litre) de ces eaux permet également son emploi pour les besoins industriels (Port et Chemin de fer notamment).

Les « Sources » de Brédéah furent, en 1878, l'objet d'une concession à la Ville d'Oran et constituent, depuis lors, sa principale ressource en eau potable.

Situées à une vingtaine de kilomètres à l'Ouest d'Oran, sur la route de Tlemcen, elles furent utilisées dès la conquête comme point d'eau par les colonnes militaires, puis par les colons du voisinage.

Ces « sources » affleuraient primitivement au niveau du sol. L'abaissement du niveau de la nappe, provoqué par des pompages de plus en plus intensifs, entraîna la disparition de ces affleurements et la nécessité d'aménagements renouvelés; citons parmi les principaux : en 1864, tubage des griffons; en 1878, exécution du captage; en 1880, percement d'une galerie reliant les différents griffons; en 1939, percement de l'actuelle galerie d'exploitation à la cote (- 4,90) par rapport à l'ancienne.

L'installation en service pompe les eaux à la cote 81 environ, soit à 6 mètres de profondeur et les refoule dans deux réservoirs respectivement situés aux cotes 140 et 170 qui alimentent :

— Le premier, un aqueduc inférieur de 23 kilomètres de long débitant 7.000 m³/jour. Il a été réalisé en 1880 et aboutit au réservoir d'Eckmühl (capacité 5.000 m³, cote 123).

— Le second, un aqueduc supérieur de 16 kilomètres de long, débitant 20.000 m³/jour. Il a été réalisé en 1926 et aboutit au réservoir d'Aïn-Beïda (capacité 10.000 m³, cote 162).

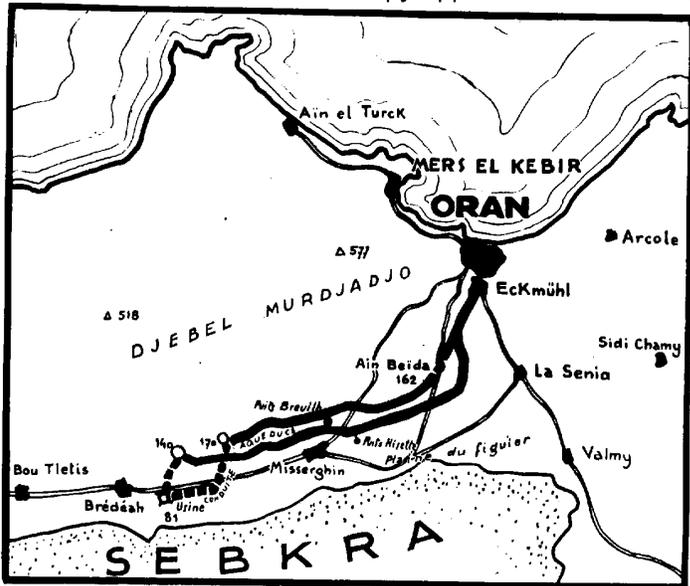
Ces deux aqueducs à écoulement libre ont été exécutés en maçonnerie, sauf certains passages, en béton armé, dans les terrains de mauvaise tenue. Les dépressions sont franchies en siphons.

L'augmentation constante de la population de la ville devait conduire à des pompages continuellement accrus depuis 1878 et qui atteignent actuellement 23.000 m³/jour.

Cette intensification des pompages, rendue impérative par les circonstances, devait entraîner de graves conséquences à savoir :

— la baisse constante du plan d'eau de la nappe, déjà signalée,
— l'augmentation de la salure des eaux qui risquait de les rendre rapidement impropres à la consommation.

Les « sources » de Brédéah constituaient en effet l'exutoire d'une vaste réserve; réserve contenue entre un substratum et une couverture imperméable dont la pente générale orientée Nord-Sud se poursuit. Jusque sous la Sebkra d'Oran. Cette réserve se compose d'eaux « fossiles »,



non renouvelées dont la teneur en sels, très élevée, résulte de leur contact prolongé avec les terrains qui les contiennent, et d'eaux « de surface », de salure bien plus faible, dont le renouvellement annuel est assuré par l'impluvium calcaire du Djebel-Murdjadjo, évalué à 4.500 hectares environ, au Nord de la route Oran-Tlemcen.

Cette possibilité de renouvellement peut être estimée à 5.000.000 de m³/an, soit environ 14.000 m³/jour.

Cette explication schématisée permet de comprendre que des pompages dépassant régulièrement les possibilités de renouvellement de la nappe devaient rompre un équilibre précaire et avoir les conséquences signalées précédemment :

- abaissement permanent du plan d'eau;
- augmentation de la salure.

Ces phénomènes pouvaient présenter un caractère plus ou moins catastrophique suivant la pluviométrie de l'année.

De 1930 à 1935, de nombreuses études furent effectuées (études géologiques, sondages, essais de pompage) qui permirent d'arriver aux conclusions que nous venons d'exposer : Brédéah n'était pas susceptible d'assurer dans l'avenir les débits nécessaires à Oran, et aucune autre res-

source suffisante n'existait dans la région. Il était donc nécessaire d'envisager l'adduction à longue distance des eaux d'un oued au débit important et suffisamment régularisé, la vie même de la cité d'Oran et son expansion économique et démographique étant entièrement liées à cette obligation.

C'est donc à cette époque que germa l'idée d'une adduction de grande envergure en provenance de l'un des importants barrages régulateurs en cours de réalisation, les plus proches d'Oran :

- le barrage de Bou-Hanifia, sur l'Oued-El-Hammam, destiné à alimenter le périmètre irrigable de Perrégaux;
- le barrage de Beni-Bahdel, sur l'Oued Tafna, destiné à alimenter le périmètre irrigable de Marnia.

Le choix de la Ville, suivant les avis de l'Administration, se porta sur le barrage de Beni-Bahdel; bien que l'adduction soit notablement plus longue, les eaux de la Tafna sont d'une meilleure qualité au point de vue composition chimique et débit solide, et les terrains traversés par la conduite, d'une meilleure tenue offrent une sécurité nettement supérieure à celle que l'on aurait pu espérer entre Bou-Hanifia et Oran.

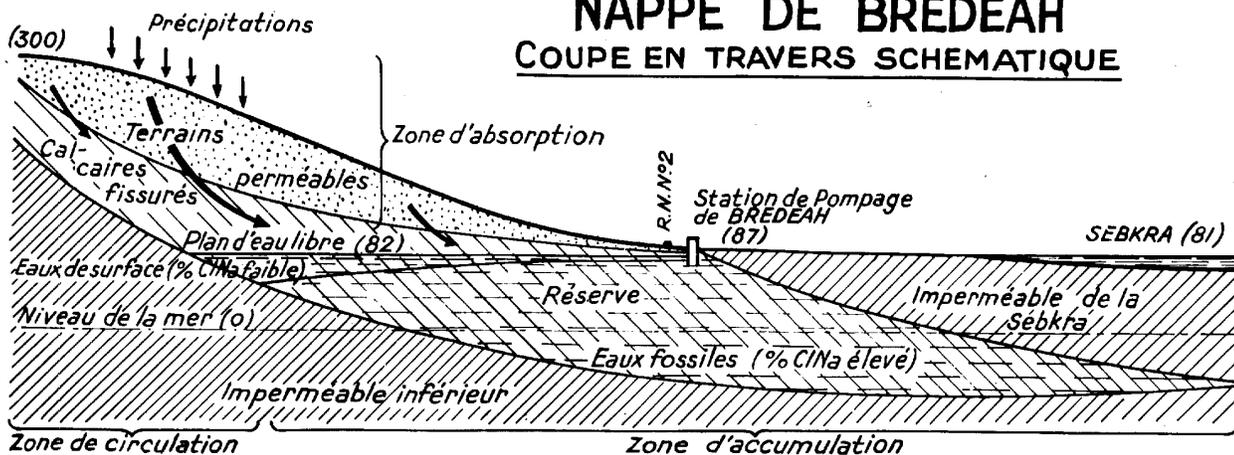
Dès que le principe eut été adopté, on décida de surélever de 7 mètres le barrage de Beni-Bahdel, dont la construction était déjà commencée. On augmentait ainsi la capacité de la retenue et ses possibilités de régularisation.

Au cours des années 1940-1941, à la suite d'une pluviométrie particulièrement défavorable, la situation de la nappe de Brédéah, par suite d'une concentration progressive de sa salinité rendit nécessaire l'intervention de mesures d'alimentation temporaire :

- 1° création d'un périmètre de protection permettant de réglementer et éventuellement, de réduire les pompages effectués par les particuliers pour leurs irrigations, afin de réserver, en priorité, les débits disponibles à l'alimentation de la Ville;
- 2° acquisition de puits et équipement de stations de pompage nouvelles dans la région de Misserghin, entre Brédéah et Oran (puits Breuilh, Hissette), qui fournissent à la Ville un appoint de 5 à 7.000 m³/jour.

DJ MURDJADJO

NAPPE DE BREDEAH
COUPE EN TRAVERS SCHEMATIQUE





Vue du Port d'Oran.

En 1949, alors que le projet était en pleine réalisation, l'Administration prit des dispositions pour améliorer la sécurité de l'adduction de Brédéah en faisant exécuter par priorité le tronçon de canalisation de 30 kilomètres reliant Oran à Brédéah — lequel fut mis en service en 1949.

II. — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU PROJET.

On désigne sous l'appellation de « Conduite de BENI-BAHDEL à ORAN », ou plus brièvement de « Conduite d'Oran », l'ensemble des ouvrages destinés à alimenter en eau potable la Ville d'ORAN et le port de Mers-El-Kébir, à partir de la retenue, créée sur la TAFNA, par le barrage de Beni-Bahdel, à proximité de la frontière marocaine.

Ces ouvrages consistent principalement en :

- un souterrain de 11 km. 4 de longueur, à écoulement libre,
- un bassin de compensation de 80.000 mètres cubes,
- une station de filtration équipée pour clarifier et préchloler 110.000 m³/jour,
- une conduite en charge de 170 kilomètres de longueur environ, d'un diamètre de 1 m. 10, formée d'éléments de 7 mètres de longueur, en béton précontraint, fabriqués en usine,
- des ouvrages d'art (brise-charges, passerelles de franchissement, souterrains), destinés à assurer le fonc-

tionnement hydraulique de la conduite ou son passage dans les zones topographiquement difficiles,

- des usines électriques, situées le long du tracé, destinées à turbiner, aux meilleurs emplacements, les débits transportés par la conduite,
- une station de stérilisation en fin de canalisation, avant la distribution à Oran et Mers-El-Keln.

La principale caractéristique de ce projet réside en deux facteurs techniques d'importance primordiale :

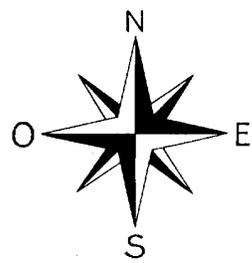
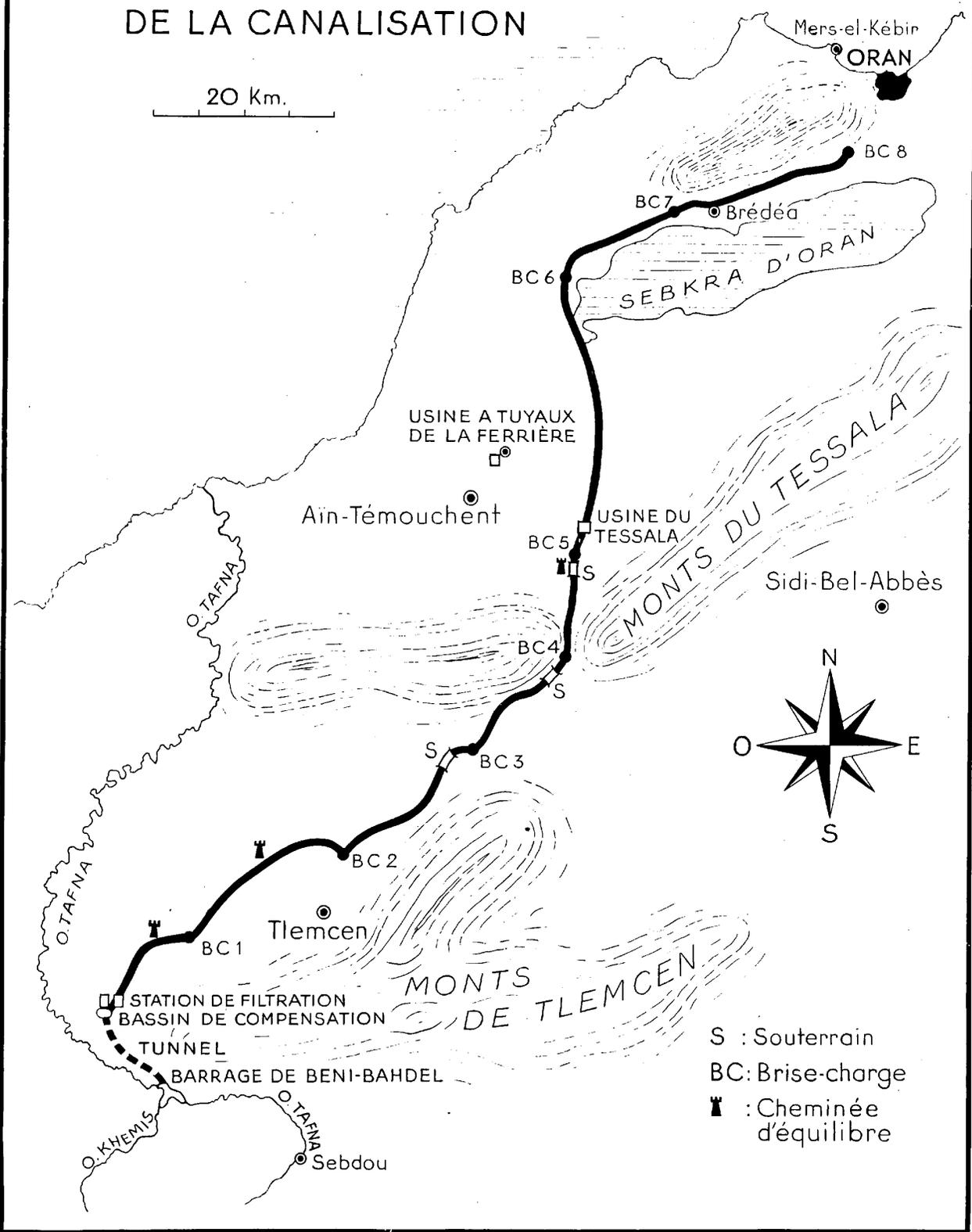
- 1^o l'adduction se fait entièrement par gravité, supprimant ainsi les pompes avec leurs risques et leur caractère onéreux;
- 2^o cette disposition a été complétée par l'innovation d'une régulation des débits par la demande à l'aval, entièrement hydraulique et automatique, sur l'ensemble de la canalisation depuis la prise d'eau jusqu'à la distribution, y compris le fonctionnement de la station de filtration à plusieurs étages et de ses annexes de traitement.

III. — MISE AU POINT DU PROJET.

Durant les années 1938 à 1940, tandis que se poursuivait la construction du barrage de Beni-Bahdel, les études géologiques, topographiques et hydrauliques étaient effectuées par le Service des Irrigations, en collaboration avec

L'ENSEMBLE DE LA CANALISATION

20 Km.



S : Souterrain
 BC: Brise-charge
 ⚡ : Cheminée d'équilibre

le Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique NEYRPIIC, pour les études hydrauliques.

Durant la même période étaient également mises au point les bases économiques, financières et techniques, du projet, à savoir principalement :

- détermination du débit à dériver,
- moyens de financement et participation des collectivités intéressées,
- rédaction des cahiers des charges de concours pour les différentes catégories de travaux intéressés.

1^o Détermination des débits à dériver :

Initialement, le débit prévu était de 40.000 m³/jour. La courbe de croissance de la population indique une très notable augmentation dans les années 1936-1941, qui précisément correspondent à l'époque où ces questions furent mises au point.

La Ville d'Oran a donc demandé que le débit qui lui était destiné soit porté à 50.000, puis à 60.000 m³/jour.

Entre temps, la construction de la Base navale de Mers-El-Kébir était décidée, puis commencée en 1938, et la Marine Nationale demandait à bénéficier de l'adduction, sur la base d'un débit maximum de 12.000 m³/jour.

Enfin l'Algérie, désireuse de faire bénéficier de travaux aussi importants, les communes voisines du tracé, se réservait également un débit de 10.000 m³/jour.

Elle décidait en outre que la première partie de l'adduction, que les conditions topographiques défavorables obligeaient à traiter en souterrain, formerait un tronçon commun utilisé à la fois pour les débits dérivés sur Oran et pour ceux destinés aux irrigations de la plaine de Marnia.

Le débit minimum de la conduite fut donc fixé en 1940 à 82.000 m³/jour, répartis comme suit :

Ville d'Oran	60.000 m ³ /jour
Marine Nationale.....	12.000 m ³ /jour
Algérie	10.000 m ³ /jour

Le diamètre fut en conséquence fixé à 1 m. 10, et les études de pertes de charge, qui ne furent d'ailleurs terminées que par la suite, permettent d'escompter un débit de 100 à 105.000 m³/jour.

Le débit de 60.000 m³/jour dont disposera la Ville permettra de distribuer 200 litres par habitant et par jour sur la base de 300.000 habitants.

La consommation actuelle est de l'ordre de 100 litres par habitant et par jour et le tableau ci-dessous indique les consommations dans quelques villes méditerranéennes de population comparable à celle d'Oran :

VILLES	POPULATION	Consommation unitaire par habit. et par jour
ALGER (1936).	250.000	103 l.
TUNIS	274.000	139 l.
NICE	230.000	138 l.
TRIESTE	250.000	146 l.
MESSINE	181.000	64 l.
ATHÈNES	790.000	48 l.
SALONIQUE ..	300.000	49 l.
BEYROUTH ..	160.000	87 l.
ALEXANDRIE ..	630.000	146 l.
PORT-SAID ...	110.000	80 l.

Les débits excédentaires permettront de faire face au développement futur de la population et de compenser l'affaiblissement possible du débit de la conduite au fur et à mesure de son vieillissement.

Compte tenu de ces possibilités de débit en eau potable, le débit à dériver du barrage de Beni-Bahdel a été estimé à **110.000 m³/jour**, pour tenir compte des pertes à la filtration, destinées à la canalisation d'Oran.

2^o Moyens de financement et participations des collectivités intéressées :

Il est bien évident que la Ville d'Oran ne pouvait supporter seule les charges de financement de travaux aussi importants. De nombreuses discussions eurent lieu entre les services et les représentants des collectivités intéressées, et la répartition suivante fut finalement adoptée et concrétisée par le protocole d'accord du 28 mars 1940.

La Ville d'Oran et la Marine Nationale participent au prorata des débits qui leur sont réservés, aux frais d'établissement de la conduite et d'une conduite fictive correspondant à la longueur du souterrain.

La participation de la Ville se réalise au moyen d'emprunts contractés par elle sous la garantie de l'Algérie. Le montant des annuités est avancé à la Ville par l'Algérie. Ces avances seront remboursées par la Ville, sur les bénéfices de la vente de l'eau à partir de la mise en service de la conduite.

La participation de la Marine se réalise en capital au cours des travaux.

L'Algérie assure le financement des dépenses correspondant à la différence entre les dépenses réelles et les dépenses couvertes par la Ville et la Marine.

Cette méthode a fonctionné, avec plus ou moins de souplesse, entre les années 1940 et 1948. Toutefois, durant les dernières années 1946, 1947, 1948, l'augmentation constante du coût des travaux faisant suite à la dépréciation de la monnaie, et le resserrement du Crédit consenti aux collectivités, ont créé des difficultés telles qu'à partir de 1949, le financement est assuré directement par l'Algérie au moyen de crédits provenant du budget extraordinaire.

La Ville remboursera par la suite le montant de sa participation dans les conditions initialement prévues.

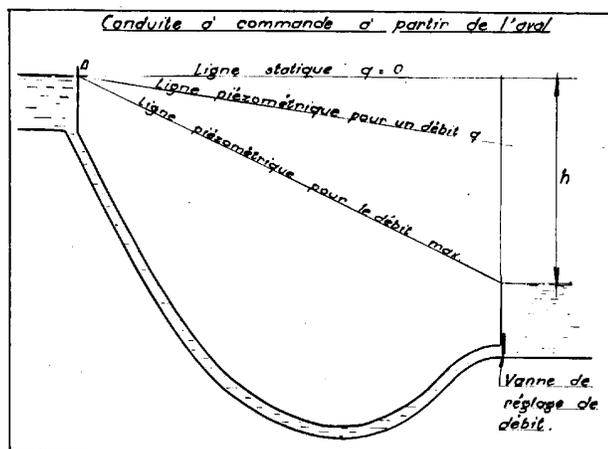
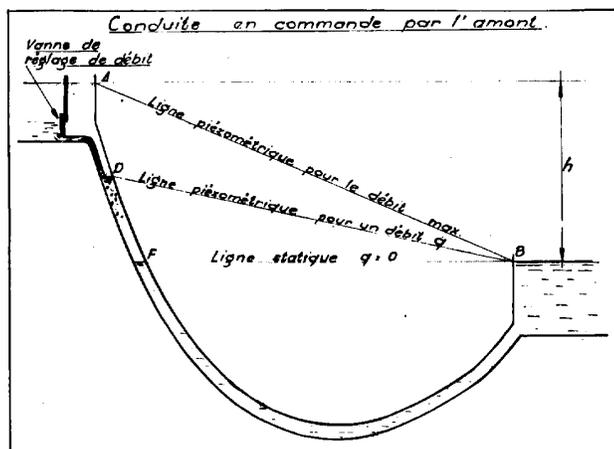
3^o Echelonnement des Opérations :

Au début de 1939, l'état d'avancement des études a donc permis de fixer les bases du projet à mettre au concours réparti, suivant les spécialités, en deux premiers lots d'importance inégale, suivi ultérieurement de deux autres :

- a) le souterrain de Beni-Bahdel de 11 km. 4,
- b) la conduite en charge de 170 kilomètres.

A ces deux concours participaient une trentaine de concurrents, notamment toutes les entreprises spécialisées dans la fabrication ou la pose des conduites de gros diamètres en acier, béton ou éternit.

La mise au point définitive du projet, puis la déclaration de guerre retardèrent la remise des propositions des concurrents. Le jugement du concours, n'eut lieu, finalement, qu'au printemps de 1940.



L'exécution du souterrain fut confiée à l'Entreprise **EGTH** (Entreprise des Grands Travaux Hydrauliques), et à ce marché vint s'ajouter par la suite un troisième lot :

— c) le bassin de compensation de 80.000 m³.

Les travaux de la conduite proprement dite et de ses ouvrages d'art et ouvrages hydrauliques furent adjugés à l'Entreprise **SOCOMAN** (Société Commerciale et Minière pour l'Afrique du Nord).

La passation des marchés n'intervint qu'en 1941 et 1942, par suite des difficultés de financement et de mise au point des conventions liant les collectivités intéressées.

Un concours fut ouvert ensuite pour un quatrième lot :

— d) les stations de filtration et de stérilisation, et les travaux furent confiés — au concours — à l'Entreprise **C. Chabal et Cie**, en 1941.

Les travaux du souterrain commencèrent avant guerre. Ceux de la canalisation débutèrent par l'installation de l'usine de fabrication des tuyaux, à Laferrière, près d'Aïn-Témouchent et l'exécution des souterrains du télégraphe, d'Aoubellil et Djebel Oubar, qui jalonnent le franchissement de la chaîne du Tessala, entre les bassins de la Tafna et de la Sebkra d'Oran.

Les événements de novembre 1942, entraînant la rupture des relations avec la Métropole et la mobilisation d'une partie du personnel, devaient arrêter le chantier du souterrain, mettre au ralenti l'achèvement de l'installation de l'usine de Laferrière et retarder l'ouverture du chantier de la station de filtration. Cette période était néanmoins mise à profit pour la mise au point définitive du projet d'exécution et la passation d'importantes commandes de matériel aux U.S.A.

Dès la fin de la guerre, et au début de 1946, l'équipement de l'usine, compte tenu d'améliorations apportées au type de fabrication primitif, était activement poussé et permettait de sortir les premiers tuyaux en mars 1947.

Le percement du souterrain de la Tafna était repris à forte cadence, ainsi que les travaux du bassin de compensation.

Les travaux de la station de filtration étaient amorcés à fin 1948 et se sont développés à grande cadence, à partir du printemps 1949.

Enfin, en juillet 1947, la pose des tuyaux de la canalisation et la réalisation des ouvrages d'art étaient commencées.

IV. — GÉNÉRALITÉS TECHNIQUES CONCERNANT L'ÉTUDE HYDRAULIQUE.

La mise au point et l'exécution d'un ensemble hydraulique de l'importance de la conduite d'Oran nécessitaient de nombreuses études théoriques et sur modèles réduits. Ces études furent confiées aux Laboratoires Dauphinois d'Hydraulique, agissant comme Ingénieurs-Conseils de l'Administration.

Elles consistèrent principalement en l'approfondissement, en vue d'une application à une échelle inusitée, des problèmes posés par un fonctionnement entièrement automatique de la conduite depuis le barrage réservoir d'alimentation jusqu'aux usagers urbains, situés à plus de 190 kilomètres de distance.

A - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ADOPTÉ DIT " DE COMMANDE A PARTIR DE L'AVAL ".

En matière d'adduction d'eau par gravité, deux systèmes principaux de fonctionnement s'offrent au choix des réalisateurs : dans le premier, le débit est défini ou réglé en tête d'une manière qui suit plus ou moins fidèlement les demandes des usagers aval ; dans le second au contraire, le réglage du débit répond automatiquement et immédiatement à la demande même des usagers.

Dans le premier cas, la prise d'eau d'alimentation fournit un certain débit qui se trouve être son débit naturel, ou un débit réglé par un gardien placé en cet endroit : une telle adduction est donc dite en « commande par l'amont ». La généralité des très grandes conduites d'adduction en service aujourd'hui est de ce type.

Dans le second cas, le débit envoyé en tête de l'installation dépend de la demande des usagers et s'ajuste exactement et automatiquement à celle-ci.

On a coutume de dire qu'une telle adduction est réglée « à partir de l'aval ».

Dans le domaine des grandes conduites, le réseau d'irrigation de l'OUED FODDA, en Algérie, fonctionnant sur ce

dernier principe, a tracé au Service de la COLONISATION et DE L'HYDRAULIQUE la voie à suivre lorsque le problème de la conduite d'ORAN s'est posé. Malgré l'importance inusitée de cette adduction, le choix s'est, en effet, porté sur la « Commande à partir de l'Aval » à cause de la nécessité d'obtenir à la fois une sécurité et une souplesse d'exploitation que n'aurait pas données la commande non automatique par l'amont.

Il convient ici, de préciser quelque peu les raisons qui autorisent à conférer à la « commande à partir de l'aval » une sécurité supérieure, alors que jusqu'à ce jour ce système était considéré comme peu favorable à ce point de vue.

Sur les figures ci-dessus sont représentées les lignes statiques et piézométriques pour différents débits dans les deux systèmes. Pour faire passer le débit dans la conduite, on dispose d'une hauteur totale constante « h ». Pour le débit maximum, cette hauteur est, dans les deux cas, entièrement dissipée sous forme de perte de charge linéairement répartie le long de la conduite : la ligne piézométrique AB représente la répartition des pressions. Mais dès que le débit envoyé en tête décroît, une différence essentielle apparaît entre les deux systèmes :

a) **Commande par l'amont** : la ligne piézométrique « tourne autour du point B » et dans la première partie A D de la conduite l'eau ruisselle comme dans un canal. Suivant le débit, le point de jonction « écoulement par ruissellement — écoulement en charge » se déplace de A à F et de telle façon que, pour augmenter le débit transporté, il est nécessaire d'envoyer en tête non seulement le nouveau débit désiré, mais encore un certain volume destiné à mettre la conduite à son nouveau régime : cet inconvénient confère aux installations de ce genre un manque de souplesse par suite du retard dans la transmission des augmentations de débit qui en résulte.

De plus, la présence d'un écoulement à surface libre et l'entraînement d'air inévitable dans la partie en charge, embrouille beaucoup les phénomènes d'instabilité et de suppression les rendant en particulier inaccessibles aux calculs et aux essais en modèles réduits. L'expérience montre d'ailleurs que les ruptures ne sont pas rares dans les conduites où l'air est admis et qu'en général, seules les conduites en commande par l'amont qui fonctionnent d'une façon permanente à leur débit de saturation donnent toute satisfaction.

b) **Commande par l'aval** : la ligne piézométrique « tourne autour du point A » et la chute « h » se décompose en perte de charge linéaire et en perte de charge concentrée au droit de la vanne de réglage. La conduite est toujours pleine d'eau : les effets fâcheux de l'air sont donc éliminés.

Les principaux facteurs intervenant dans les phénomènes qui se produisent lors des périodes de fonctionnement transitoires sont connus et le calcul (ou parfois l'expérience sur modèle) permettent de prévoir leurs effets avec une grande précision.

L'automatisme de la commande à partir de l'aval se révèle particulièrement simple à réaliser : il suffit de faire manœuvrer la vanne de réglage par un flotteur plongeant

dans le bassin dans lequel la conduite débite et ceci de telle façon que la vanne ouvre lorsque le niveau descend et inversement.

En plus de son extrême simplicité, il convient de noter immédiatement que ce système, contrairement à ce qui avait été critiqué pour la « commande par l'amont », conduit à un volume d'eau contenu dans l'installation décroissant lorsque le débit augmente : c'est au sens de cette variation qu'est attachée la possibilité d'obtenir un fonctionnement automatique et souple.

Si les aspects examinés ci-dessus paraissent être favorables, d'autres le sont moins : la conduite doit être calculée pour résister à une charge statique élevée à laquelle il convient d'ajouter une surcharge tenant compte des coups de bélier. Cette considération a conduit à sectionner la conduite en plusieurs tronçons au moyen d'organes appelés « chambres de rupture » ou « brise-charge » dont le rôle est de réduire la charge statique sur chaque tronçon et d'améliorer sensiblement le point de vue « coup de bélier » étroitement lié à la longueur de chaque tronçon et à la charge statique.

Un calcul économique mettant en balance le prix des brise-charge et l'économie qu'ils permettent de réaliser sur le prix de la conduite est à la base de la détermination du nombre de tronçons.

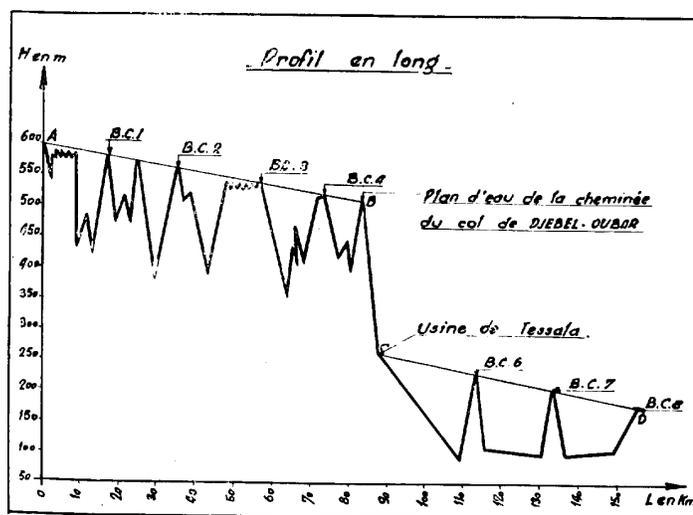
B - DESCRIPTION D'ENSEMBLE. ÉTUDE DU TRACÉ.

L'ensemble du tracé présente un profil en long schématisé sur la figure ci-dessous.

Reliant la sortie de la station de filtrage au brise-charge N° 8 (BC 8) où se trouvent les divers départs du réseau principal d'Oran, la conduite maîtresse a près de 160 kilomètres.

On peut distinguer deux parties dans cette conduite :

- la première qui se trouve à l'amont de l'usine hydro-électrique de TESSALA (entre A et B),
- la seconde à l'aval de cette usine (C et D).

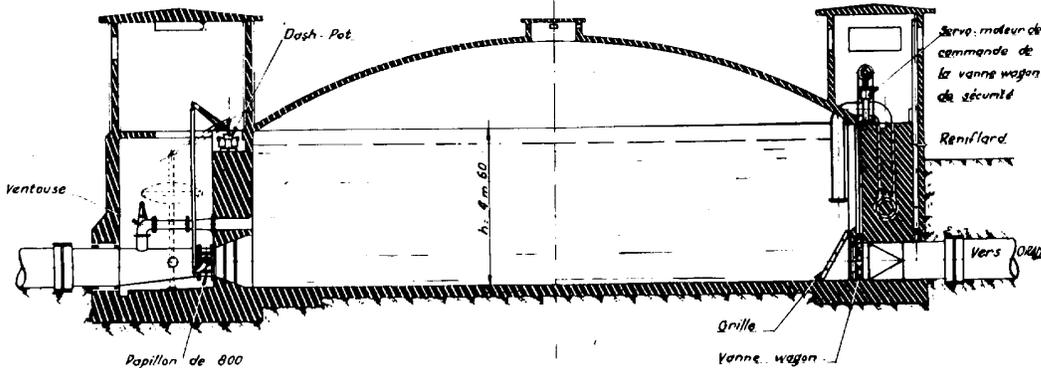


-CHAMBRE DE RUPTURE- -INTERMÉDIAIRE-

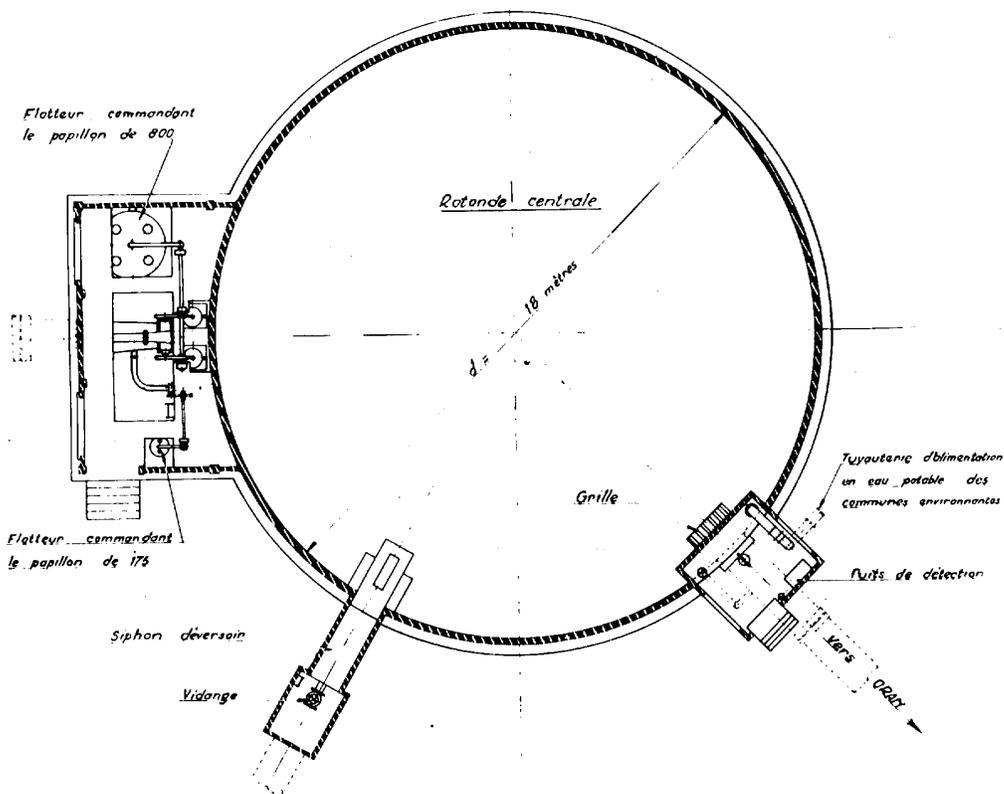
Chambre des mécanismes

ÉLEVATION COUPE

Bloc aval des organes de contrôle



PLAN



1^{re} Partie : L'étude de la première partie de la conduite fixe déjà les grandes lignes du projet; en effet l'extrémité aval de cette partie est déterminée par le fait que le point B est un point de passage obligé au col du Djebel Oubar traversé en tunnel.

Les points A et B définis par leurs altitudes respectives et leur distance fixent donc la pente de la ligne piézométrique de cette première partie de la conduite maîtresse.

Pour déterminer le diamètre minimum susceptible d'assurer l'écoulement par gravité du débit désiré, il faut par ailleurs, connaître avec le plus de précision possible, la loi de perte de charge du type de conduite utilisée. On fit donc de nombreux essais, tant en laboratoire que sur des conduites existantes, et leurs résultats permirent de fixer le diamètre nominal à 1 m. 10 (ce diamètre est légèrement réduit en certains points où la conduite doit être spécialement renforcée).

La première partie de la conduite, située en zone montagneuse comporte cinq tronçons successifs dont les longueurs sont comprises entre 10 et 20 kilomètres, le cinquième tronçon passant au point B et se prolongeant par une conduite forcée de 3.400 mètres aboutissant à l'usine de TESSALA.

2^e Partie : Pour étudier la seconde partie de la conduite maîtresse, il fallut tout d'abord fixer la pente de la ligne piézométrique. Etant donné que les tuyaux utilisés sont les mêmes que ceux de la première partie et que les prélèvements en route sont très faibles, la perte de charge par mètre est très sensiblement conservée dans la partie de conduite située à l'aval de l'usine.

L'altitude de l'arrivée au-dessus d'Oran (point D) ayant été fixée, il fut possible, en remontant depuis l'aval, de définir l'altitude du bassin de restitution de l'usine de TESSALA (point C).

C'est ainsi qu'a été déterminée la chute de l'usine de TESSALA. Cette chute varie de 265 mètres à débit nul à 250 mètres à débit maximum; la variation de 15 mètres provenant des variations de perte de charge du cinquième tronçon.

La ligne piézométrique de la seconde partie de la conduite domine d'assez haut des terrains relativement plats. La recherche sur le terrain de points favorables à l'établissement de « chambres de rupture » a présenté certaines difficultés. Aussi, les brise-charge intermédiaires coupant cette partie de la conduite ne sont-ils qu'au nombre de deux; ils définissent trois tronçons dont les longueurs sont comprises entre 21 et 27 kilomètres.

C - ÉTUDES DE DÉTAIL ET APPAREILLAGES HYDRAULIQUES

Les Laboratoires Dauphinois d'Hydraulique ont été amenés à étudier les nombreuses mises au point de détail nécessitées par le programme envisagé, en particulier :

- la **stabilité** de la commande par l'aval,
- l'**équipement** des chambres de rupture (brise-charge), des cheminées d'équilibre, ventouses hypersoniques, etc,

- les **pertes de charge**, compte tenu des difficultés dues au tracé,

- les **suppressions**, pour déterminer en chaque point du tracé la pression caractéristique, somme de la charge statique, de la surpression maxima et d'une marge de sécurité minima de 10 %.

La concision même du présent document ne permet pas de s'étendre sur tous ces détails. Il y a lieu de citer cependant les points particuliers présentant une incontestable originalité.

- **Brise-charge intermédiaires.** Ce sont des ouvrages relativement importants comprenant trois parties distinctes :

- la chambre des mécanismes groupant les organes de réglage automatique de débit, convenablement entourés d'appareils de sécurité en vue d'éviter toutes manœuvres intempestives dangereuses,

- la rotonde centrale où est dissipée l'énergie libérée par la rupture de charge. Son niveau variable et sa surface soigneusement déterminés par de nombreux calculs et essais sur modèle réduit permettent à la conduite de faire face à toutes variations de la demande sans mettre d'oscillations en jeu,

- le bloc aval enfin contient des organes de contrôle et de sécurité ayant pour rôle de protéger le tronçon faisant suite au brise-charge.

- **Station de filtration.**

L'idée d'envisager également le fonctionnement de l'installation filtrante avec commande par l'aval ayant été mise en avant, la Société Chabal et Cie a pu présenter au concours une solution satisfaisante, **intégralement hydraulique** à partir de l'entrée de l'installation, étudiée en collaboration avec les Laboratoires Dauphinois d'Hydraulique : l'application de ce principe, couverte par des brevets, a été réalisée à titre d'essai sur une installation située à Saint-Galmier (Loire), et a fonctionné avec la plus entière satisfaction.

- **Circulation de l'air.**

Un soin particulier a été apporté à la lutte contre l'air susceptible de circuler dans la conduite, résolue par la mise en place, à chaque point haut, de « ventouses » et de « purgeurs ».

- **Appareils de mesure.**

Cette conduite a été volontairement transformée en un vaste laboratoire d'essai permanent, pour les pertes de charge en particulier, permettant de se rendre compte de l'évolution de ces dernières au cours des temps, ceci grâce à une judicieuse répartition d'appareils de mesure.

En conclusion, les données techniques et les solutions hydrauliques originales mises en œuvre dans la réalisation de l'adduction d'Oran, en particulier la commande hydraulique automatique intégrale par l'aval, installation filtrante comprise, semblent constituer une innovation intéressante et d'une envergure exceptionnelle.

CHAPITRE 2

Aménagement général de la Haute Tafna

I. — LA TAFNA. SON BASSIN VERSANT. SON RÉGIME.

La Tafna est un des cours d'eau les plus importants du Département d'Oran.

Elle prend naissance dans les environs de Sebdou, à une trentaine de kilomètres de Tlemcen, et draine vers la mer jusqu'à son embouchure, à 10 kilomètres à l'Ouest de Béni-Saf, toutes les eaux de la région comprise entre la frontière marocaine et les monts du Tessala.

La superficie totale de son bassin versant atteint 7.200 kilomètres carrés. Le débit moyen à l'embouchure est de l'ordre de 450×10^6 m³.

La pluviométrie moyenne est d'environ 480 mm an.

Le Bassin de la Haute-Tafna qui nous occupe est compris entre une ligne de crêtes cotées de 1.100 à 1.500 mètres au-dessus du niveau de la mer, et comprend trois vallées principales : celles des oueds Tafna, Kremis et Kheira dans une région de forêts et de broussailles, avec quelques douars et fermes très dispersés ; une seule agglomération rurale, Sebdou, centre agricole d'une vallée fertile. Les pluies et ruissellements s'échelonnent d'après les cartes pluviométriques de M. Flotte de Roquevaire, sur les deux trimestres de janvier-février-mars et octobre-novembre-décembre, les chutes annuelles moyennes étant de :

- 300 à 400 mm. dans le bassin de la Haute-Tafna,
- 400 à 500 mm. dans le bassin de la Kheira,
- 500 à 600 mm. dans le bassin du Krémis.

La moyenne pour le haut bassin varie de 465 mm. à 540 mm. pour un bassin versant de 1.020 Km².

Les caractéristiques d'écoulement à Beni-Bahdel sont les suivantes :

- Réserve du barrage : 63.000.000 m³.
- Débit moyen annuel : Qm 75.000.000 m³.
- Débit instantané :
 - d'étiage : 0,35 m³/sec.,
 - de crue : 450 m³/sec. (maximum enregistré).

Le module moyen correspondant est de 2,4 m³/sec. et l'indice d'écoulement de débit :

$$P' = \frac{Q_m}{S} = 75$$

Et, pour une pluviométrie moyenne de 540 mm., le coefficient de ruissellement correspondant est égal à :

$$C = \frac{P'}{P} = \frac{75}{540} = 0,140$$

II. — LE PÉRIMÈTRE D'IRRIGATION DE MARNIA.

Le périmètre actuellement irrigué a une superficie d'environ 4.000 hectares, comprenant principalement des vignes, des cultures maraîchères et fourragères et également, en plus faible étendue, des agrumes, des céréales et des oliviers.

Ce périmètre est alimenté par un canal principal d'une longueur de 25 kilomètres, dont l'origine se trouve au barrage du Kef, petit barrage de dérivation situé sur la Tafna, à 16 kilomètres à l'aval du barrage de Beni-Bahdel.

Ce canal en maçonnerie, exécuté en 1914, comporte de nombreux ouvrages (souterrains, siphons) surtout dans la partie amont, située en région accidentée.

Grâce à la surélévation de ses bajoyers effectuée en 1938, il est capable de transporter 800 l/sec. Il distribue annuellement 20×10^6 mètres cubes, soit, en moyenne, 5.000 mètres cubes à l'hectare.

Les travaux d'aménagement prévus comporteraient l'équipement des canaux secondaires en canaux bétonnés, la suppression du tronçon amont du canal principal, remplacé par une conduite forcée reliant le bassin de compensation de Bou-Hallou à la distribution actuelle. La chute disponible serait utilisée pour alimenter l'usine dite du Chabet Sayad, à 1 km. 500 de Bou-Hallou.

Le débit moyen prélevé par la conduite d'Oran étant de 1 m³/s. environ, les irrigations pourraient théoriquement disposer de 1,4 m³/s., si le régime de la Tafna et la capacité du barrage de Beni-Bahdel permettaient la régularisation totale inter-annuelle des débits de l'Oued. En fait, cette dernière n'est pas possible, et il est raisonnable de penser pouvoir disposer de 1 m³/s., soit 30×10^6 m³/s. pour les irrigations, soit sur la base de 6.000 m³/ha, de pouvoir irriguer 5.000 hectares.

La superficie du périmètre équipé pourra donc être augmentée d'environ 1.000 hectares.

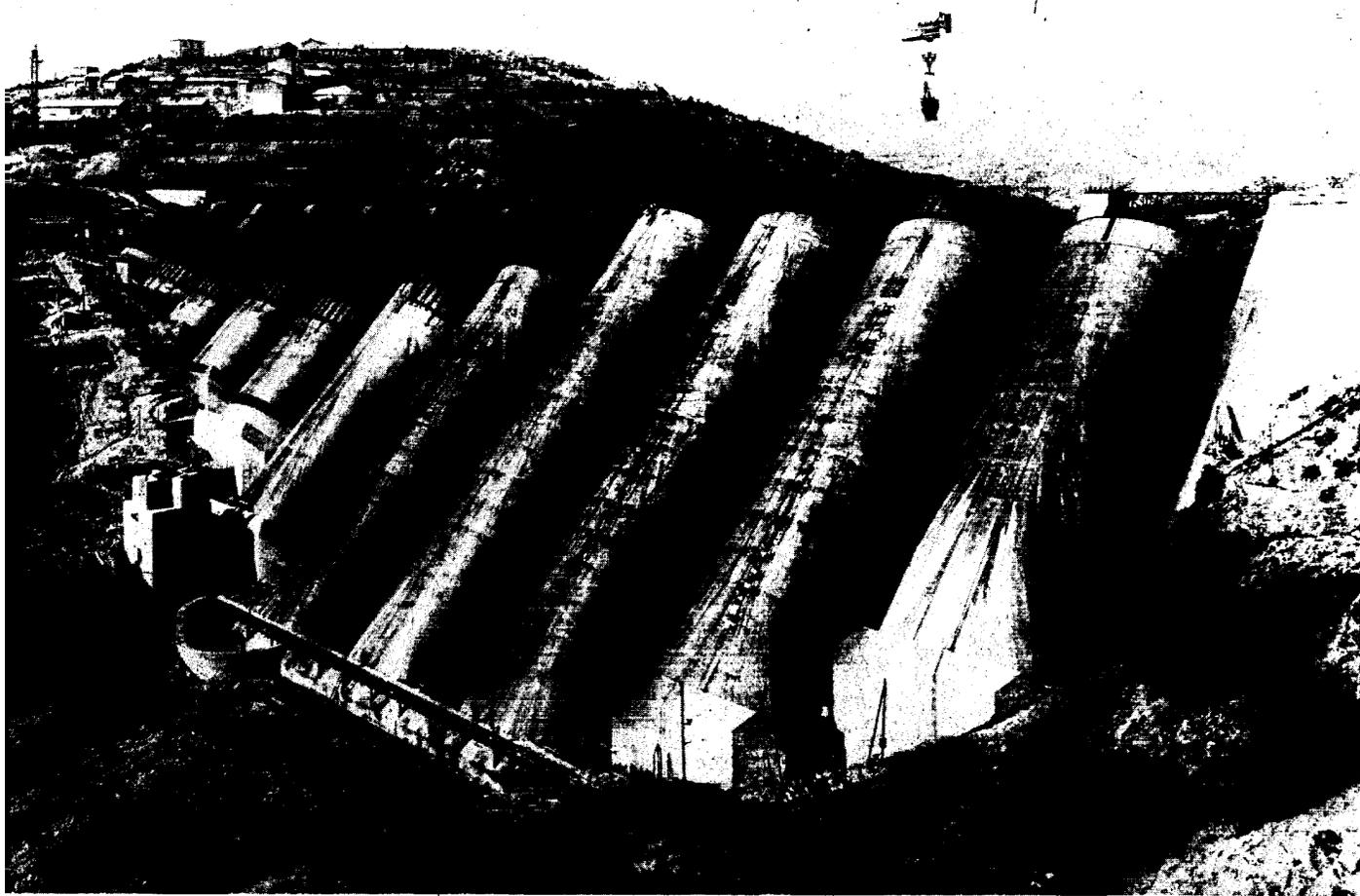
Signalons en outre que de nombreuses exploitations agricoles sont également irriguées au moyen de pompes particulières.

III. — LES OUVRAGES COMMUNS AUX IRRIGATIONS DE MARNIA ET A L'ALIMENTATION EN EAU D'ORAN.

a) Le Barrage de Béni-Bahdel.

Ce barrage est du type à voûtes multiples, dans lequel la poussée de l'eau est répartie sur une série de contreforts, par des voûtes en béton armé à axe incliné.

Cet ouvrage, d'allure élégante, comporte un cube de béton notablement moindre qu'un barrage-poids. Il fut



Barrage de Beni-Bahdel.

jugé le mieux convenir au terrain assez spécial qui le supporte; celui-ci est, en effet, composé de bancs inclinés vers l'aval, grès dur, alternés avec des schistes assez bons mais néanmoins susceptibles de gonflement au contact de l'eau.

La division des fondations en une série de contreforts, a permis pour chacun de ceux-ci, d'atteindre un terrain de fondation sûr, tout en évitant les cubes excessifs de terrassements et de béton qu'aurait entraînés un barrage-poids.

Il est fortement armé, dans sa partie supérieure, à sa jonction avec les fondations.

Les contreforts, en béton ordinaire, ont une épaisseur moyenne de 5 mètres à la base et 3 mètres au sommet. Le parement amont a un fruit correspondant à celui de l'axe des voûtes, de 0,95 : le parement aval un fruit de 0,30 jusqu'à la cote (644) et un fruit de 0,05 de (644) à (654).

— ces contreforts reposent sur une semelle de fondation en béton armé.

Ils sont reliés entre eux :

— à leur base, à l'aval, par une double file de poutres,

fortement armées, de 6 mètres de hauteur, reposant sur une semelle continue,

— aux cotes (621) - (634) par une série de poutres de contreventement, en béton armé et en forme d'arche, de 1 m. 20 de hauteur et 1 m. 50 de largeur. Ces poutres sont encastées dans les contreforts et alternativement rigides ou articulées à la clef (dispositif Cantilever).

Les voûtes ont une section semi-circulaire, à épaisseur constante dans une section droite. Cette épaisseur, égale à 0,70, est constante de la crête jusqu'à la cote (640), puis augmentée ensuite de 0,015 m. par mètre.

Elles sont armées dans le sens transversal par des arcs en charpente métallique profilée et suivant les génératrices par des fers ronds de fort diamètre. Les armatures ont été assemblées par soudure électrique.

L'ouvrage, primitivement conçu pour être arasé à la cote (647), fut surélevé de 7 mètres lorsque, comme nous l'avons précédemment indiqué, l'adduction des eaux de la Tafna à Oran fut décidée.

Les efforts supplémentaires créés par cette surélévation

ont été absorbés par les dispositifs suivants, imaginés et mis au point par M. Freyssinet :

1^o les contreforts sont contrebutés à l'aval par des butées appuyant sur un banc de grès de 40 mètres d'épaisseur, reconnu particulièrement résistant.

Une série de vérins spéciaux prenant appui sur ces butées a permis de donner aux contreforts une contre-poussée vers l'amont équilibrant les nouveaux efforts créés par la surélévation.

Ces vérins sont constitués par une lentille métallique de 0,60 de diamètre contenue dans un bloc de béton très fortement armé. Ils ont été mis en tension par injection de brauthite sous forte pression (220 Kg cm²).

La brauthite est un composé présentant l'avantage de passer facilement de l'état liquide à l'état solide par adjonction d'un réactif chimique. On peut ainsi bloquer facilement les vérins ou au contraire les remettre en pression si nécessaire.

De plus, en cas de tassements, le barrage à voûtes multiples a le double avantage de manifester ceux-ci par des petites fissures de voûtes non dangereuses, rendues immédiatement apparentes par des suintements, et facilement accessibles, et d'autre part, de dégager le terrain compris entre les contreforts pour permettre la surveillance et

éventuellement la consolidation par injection, du terrain sous-jacent.

Les dimensions principales sont les suivantes :

longueur totale	350 m.
cote de la crête	654 m. 25
hauteur au milieu du thalweg	55 m.
hauteur totale y compris les fondations	70 m.

La partie centrale, sur une longueur de 220 mètres, comprend 11 voûtes de 20 mètres de diamètre dont l'axe est incliné suivant un fruit de 0,95.

Les deux extrémités latérales, sur une longueur de 80 mètres sur la rive gauche, et de 50 mètres sur la rive droite, sont constituées par deux tronçons de barrage-poids.

Les fondations, sous la partie centrale, sont constituées par des voûtes à axe vertical encastées dans le terrain.

L'étanchéité, sous l'ouvrage, est assurée par un mur parafouille et des écrans d'injection. Ce mur parafouille, de 6 mètres d'épaisseur, descend jusqu'au rocher en place à des profondeurs variant entre 8 et 20 mètres.

2^o la stabilité de la partie d'ouvrage en surélévation, est elle-même assurée par des tirants en acier, ancrés sur la face amont des contreforts et mis en tension en cours d'exécution ;

Gros œuvre de la station de filtration Chabal.



3^o la stabilité des éléments latéraux constitués par les barrages-poids est enfin assurée par des butons en béton armé placés au niveau du terrain naturel et également mis en compression au moyen de vérins du type précédemment décrit.

Signalons enfin que le parement des voûtes est protégé par une couche de 3 mm. de guttaterna associée à de la fibre d'amiante, qui assure à la fois l'étanchéité et la protection thermique.

L'ouvrage principal est complété par deux petits barrages à voûtes multiples, barrant deux cols dont les cotes sont inférieures au niveau maximum de la retenue.

Le premier de ces ouvrages, dit « Digue du Col Nord », a une hauteur moyenne de 15 mètres et une longueur de 220 mètres. L'autre, dit « Digue du Col de la Route », a également une hauteur de 15 mètres et une longueur de 450 mètres. Tous deux sont constitués par des contreforts de 0,30 d'épaisseur, espacés de 5 mètres d'axe en axe, cloisonnés par deux étages de contreventement et supportant des voûtelettes inclinées à 45°, de 0 m. 16 d'épaisseur aux naissances et de 0 m. 12 à la clé.

La partie centrale de la Digue du Col de la Route est aménagée en évacuateur de crues. Ce dernier permet d'évacuer une crue de 1.000 m³/sec. avec une lame d'eau de

0 m. 50. A cet effet, il est constitué par une série de 20 goulottes déversantes disposées, en plan, comme les dents d'un peigne, permettant d'obtenir une très grande longueur de déversement sous un encombrement relativement faible (100 m.).

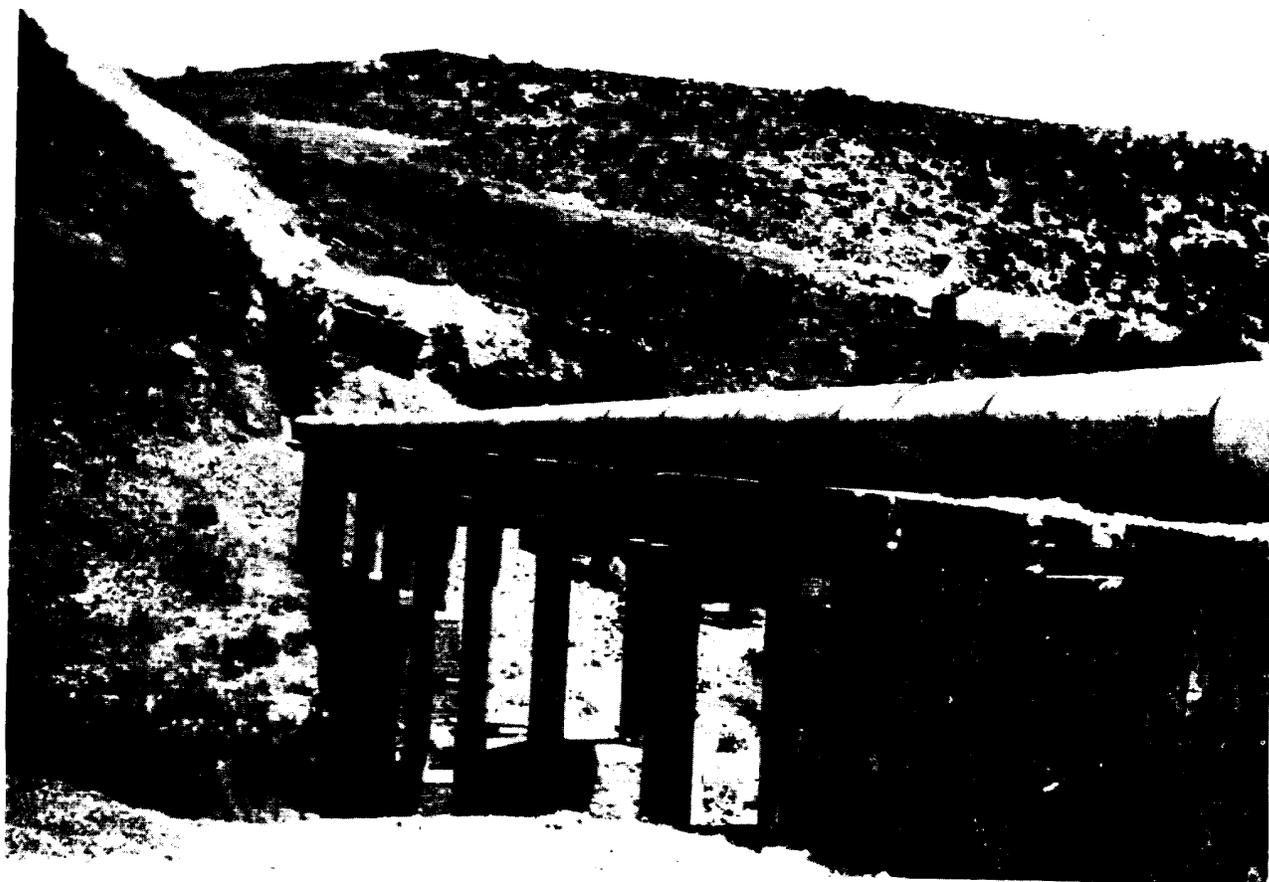
Les aménagements annexes du barrage principal comprennent :

- un trop-plein susceptible d'évacuer 200 m³/sec., correspondant à toutes les crues normales, constitué par une vanne secteur automatique,
- une vidange de fond, constituée par l'ancienne galerie de dérivation, comprenant deux pertuis munis de vannes à glissières commandées depuis une tour de manœuvre, situés au milieu de la retenue et capable d'évacuer chacun simultanément 50 m³/sec.,
- une prise d'eau, constituée par une série de 4 vannes inclinées étagées (2 vannes wagons, 2 vannes à chenilles), situées dans la partie médiane de l'ouvrage, le long du parement aval du contrefort central.

Le montant de l'ensemble des travaux, exécutés entre les années 1934 et 1946, s'élève à environ 300 millions de francs.

Le Génie Civil a été exécuté par les Entreprises CAM-PENON-BERNARD.

Pont siphon de Foued Sikkak.



Les injections et travaux d'étanchement ont été effectués par les Travaux Souterrains et les fournitures d'appareillage hydraulique par les Etablissements ESCHER WYSS (vidange de fond) et NEYRET BEYLIER-PICCARD PICTET (prise d'eau et trop-plein).

b) Les autres ouvrages communs.

Les autres ouvrages communs aux irrigations et à la conduite d'Oran sont constitués par le **souterrain** de 11 km. 300 — pour un débit de $6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ — et le **bassin de compensation** de 80.000 m^3 dans lequel il débouche.

C'est à partir de cet ouvrage que se fait le départ séparé de la prise d'eau de la station de filtration, et de l'éventuel canal de dérivation vers une usine hydro-électrique à Chabet-Sayad.

Ces deux ouvrages sont décrits plus loin.

IV. — LES USINES HYDROÉLECTRIQUES.

Avant de passer aux ouvrages intéressant uniquement l'alimentation en eau de la Ville d'Oran, nous dirons encore quelques mots des usines hydro-électriques.

a) Usine de Beni-Bahdel.

Installée au pied du barrage, elle est, comme nous l'avons indiqué, destinée à turbiner en pointe toutes les eaux lâchées du barrage :

- construite de 1942 à 1947, elle est équipée de deux groupes de 2.500 KVA - 5.500 V., constitués chacun par une turbine Francis à axe vertical et un alternateur, et par un déchargeur.

Cet équipement est susceptible d'absorber à pleine charge $10 \text{ m}^3/\text{sec.}$, sous une chute nette de 37 mètres.

La production d'énergie annuelle doit atteindre environ 8 millions de kilowatts-heure.

Les travaux du Génie Civil ont été effectués par les Entreprises CAMPENON-BERNARD.

Les équipements mécaniques et électriques par les Ateliers « NEYRET-BEYLIER » et « SCHNEIDER WESTINGHOUSE ».

b) Usine de Chabet-Sayad.

Elle est envisagée sur la conduite forcée des irrigations de Marnia pour turbiner au fil de l'eau, à la cote (490) environ, soit sous une chute de 110 mètres, les débits réservés à cet usage, $1,5$ à $2 \text{ m}^3/\text{sec.}$

Elle serait équipée d'un groupe PELTON de 2.000 KVA. Les caractéristiques définitives de cette installation ne sont pas encore arrêtées.

c) Usine de Tessala.

Située à peu près à mi-distance des deux extrémités de la conduite d'Oran, elle utilise une chute de 260 mètres créée au franchissement de la chaîne du Tessala, dans la région d'Aïn-Témouchent.

La particularité de cette usine est d'être greffée sur la canalisation d'Oran, et d'utiliser les eaux potables pour la production de l'énergie hydro-électrique :

Elle turbinera donc au fil de l'eau tout le débit absorbé par l'agglomération oranaise.

Elle sera équipée de deux groupes PELTON de 3.500 CV capables d'absorber à pleine charge $1.200 \text{ l}/\text{sec.}$ Les alternateurs triphasés correspondant développeront 3.000 KVA sous 5.750 V.

Entièrement automatique, commandée depuis le poste d'Aïn-Témouchent, elle comprendra en outre deux déchargeurs susceptibles d'assurer la continuité des débits sur Oran en cas d'arrêt des deux groupes.

La production d'énergie sera d'environ 10 millions de KWH à la mise en service de la conduite, puis 20 millions de KWH lorsque la conduite aura atteint son plein débit.

Les travaux de construction de cette usine sont en cours d'achèvement.

V. — LES OUVRAGES PROPREMENT DITS DE LA CANALISATION.

Ceux-ci comprennent :

- la **station de filtration**, préchloration et carbonation des eaux, à la sortie du bassin de compensation de 80.000 m^3 ,
- la **canalisation** elle-même, comprenant 8 tronçons d'une vingtaine de kilomètres reliés par des brise-charge,
- les **ouvrages d'art** nombreux pour la traversée des oueds (ponts, ponceaux, sybrais) ou des monts (souterrains),
- les **ouvrages hydrauliques** (brise-charge, cheminées d'équilibre),
- la **station de stérilisation**, installée au brise-charge N° 8 avant les réservoirs de distribution à Oran.

Ces différents ouvrages, situés sur la carte annexée, sont décrits aux chapitres suivants.

CHAPITRE 3

Souterrain de la Tafna – Le Bassin de Compensation

Ces travaux ont été exécutés par la S^{te} "Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques"

I. – GÉNÉRALITÉS. LE TERRAIN.

Le souterrain de la Tafna assure l'écoulement de 6 m³/sec. entre l'usine hydroélectrique installée au pied du barrage de Beni-Bahdel, et un bassin de compensation situé dans le vallon du Bou-Hallou.

La Tafna, à l'aval du barrage, s'engage en effet dans des gorges profondes taillées dans un massif de calcaires dolomitiques. Son lit présente, sur plus de 25 kilomètres, une forte pente, avant d'atteindre la plaine de Marnia. La solution souterraine était donc plus économique et plus sûre que la solution canal. La solution conduite ne pouvait être envisagée, surtout dans ce relief accidenté, étant donné la faiblesse de la charge dont on disposait et l'importance du débit à transporter.

Une étude géologique approfondie de la région permit de fixer le tracé optimum. La zone traversée présente, du point de vue stratigraphique, l'aspect suivant (de bas en haut) :

- une série nettement marneuse (argiles souvent schisteuses), correspondant au callovo-oxfordien,
- une série grés-marneuse avec intercalations locales de calcaires parfois schisteux correspondant au Lusitanien,
- des calcaires dolomitiques formés de dalles épaisses, qui constituent les falaises de la Tafna.

L'ensemble dessine un vaste synclinal à fond plat dont les bords sont relevés à l'amont et à l'aval. Le barrage de Beni-Bahdel se trouve précisément sur le rebord amont, dans la zone où les terrains relativement imperméables du Lusitanien assurent l'étanchéité de la cuvette du barrage. A deux kilomètres de l'extrémité aval, une faille rabaisse de 100 mètres environ la série grés-marneuse de l'aval.

Dans les dolomies de bonne tenue, les travaux ne semblaient pas devoir présenter de difficultés. Le terrain devait permettre un avancement rapide sans revêtement particulièrement résistant. Des circulations assez importantes

Planche N° 1.

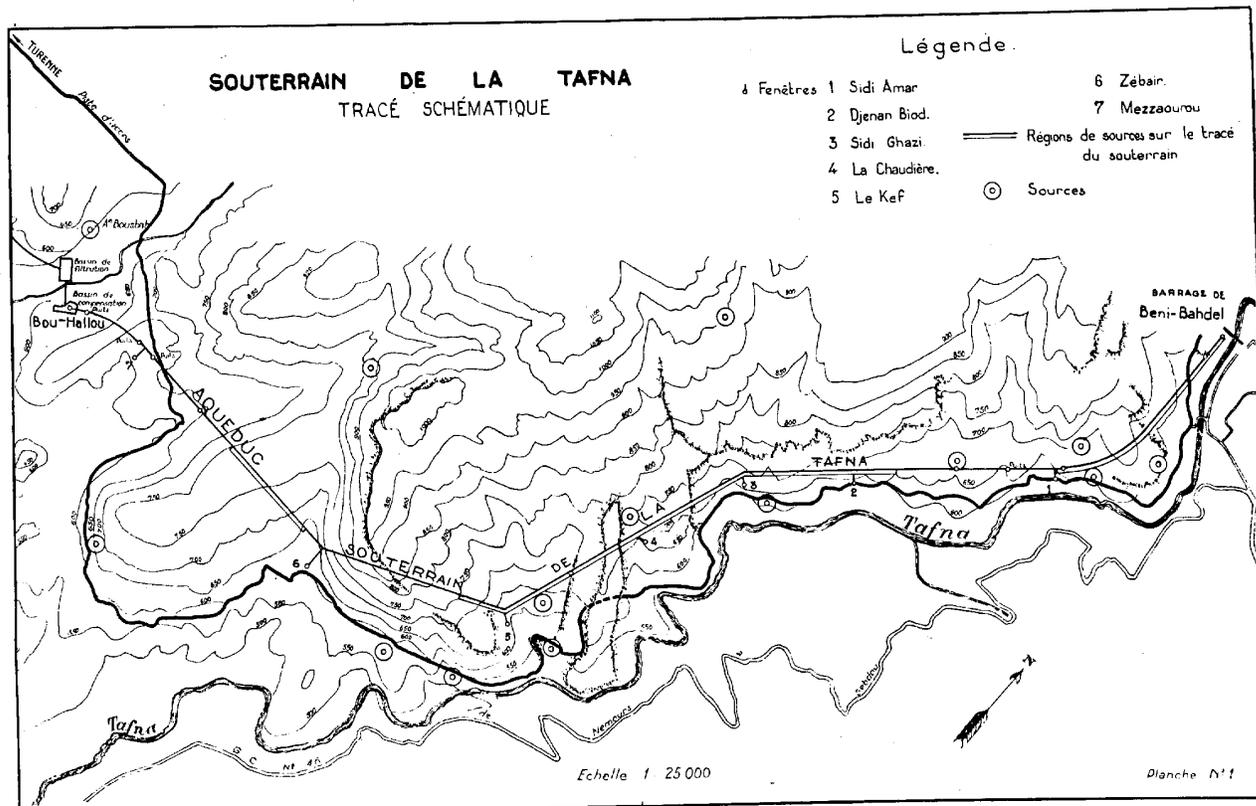




Photo 1. — Profil circulaire.



Photo 2. — Profil rectangulaire normal.

d'eau pouvaient exister surtout au contact de la série inférieure. Toutefois, le pendage favorable semble devoir faciliter l'écoulement du côté de la Tafna.

Dans les séries gréso-marneuses du Lusitanien, il était nécessaire de prévoir un revêtement résistant à la poussée des marnes.

Enfin, dans la zone des failles, il était à prévoir un passage bouleversé de très mauvaise tenue.

II. — LE SOUTERRAIN PROPREMENT DIT.

Tracé du souterrain.

Le tracé était conditionné par ces considérations et par le fait que plusieurs attaques intermédiaires étaient nécessaires pour exécuter les travaux dans des délais acceptables, étant donné le matériel de percement dont on disposait à l'époque et les possibilités d'avancement dans une section assez réduite. Le nombre de ces fenêtres fut fixé à 7, dont la longueur devait être réduite au minimum. (Planche n° 1 ci-dessus).

Le tracé adopté suit de près la vallée de la Tafna dans les terrains dolomitiques, puis s'en écarte pour réduire au minimum la longueur des terrains gréso-marneux rencontrés et traverser franchement la zone de la faille.

L'usine de pied de barrage pouvant turbiner un débit total de 10 m³/sec, les 180 premiers mètres du souterrain sont susceptibles de les évacuer jusqu'à une première fenêtre où un module à masque limite le débit envoyé dans le souterrain. Le reste est rejeté à la Tafna.

La longueur totale du souterrain est de 11.380 mètres avec une pente moyenne de 0,7 mm. par mètre.

Sections types (planche n° 2) :

- Deux sections types ont été adoptées :
- dans les dolomies et calcaires, section rectangulaire sur la partie mouillée comportant un revêtement de 0 m. 10 seulement destiné à améliorer l'écoulement hydraulique,
- dans les zones de mauvaise tenue, un revêtement complet circulaire.

Planche N° 2.

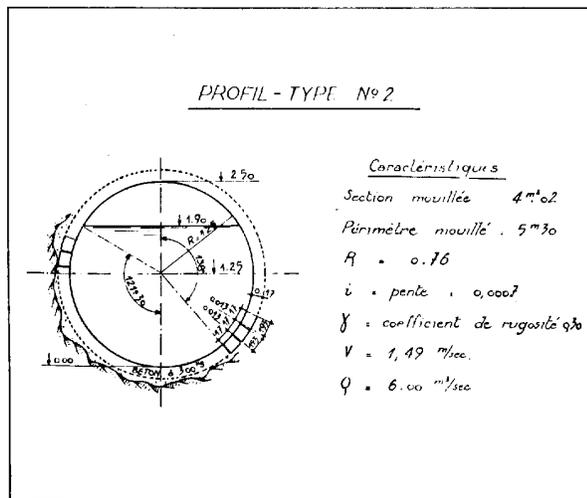
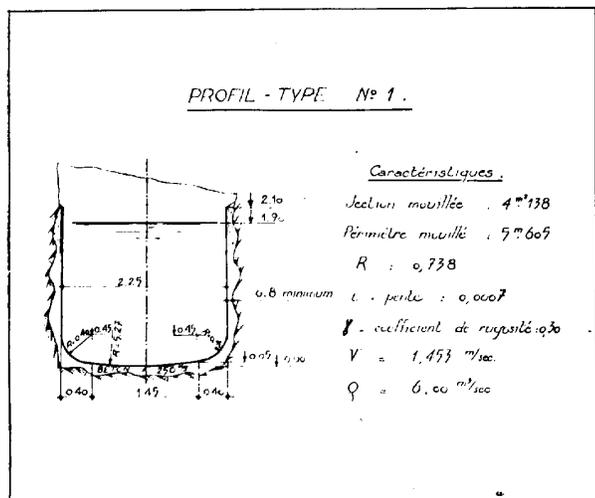




Photo 3 - Raccordement circulaire-rectangulaire.

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Section rectangulaire (photos 2 et 4) :

Largeur l = 2,25 m.
 Hauteur mouillée h = 1,90 m.
 Rayon hydraulique R = 0,738
 Vitesse V = 1,45 m³/sec.
 Débit Q = 6 m³/sec.

Revêtement avec un radier en béton d'épaisseur moyenne 0 m. 10, les pieds droits étant constitués par des dalles en béton vibré préfabriquées, avec bourrage de béton.

Section circulaire (photos 1 et 3) :

Rayon r = 2,50 m.
 Hauteur mouillée H = 1,90 m.
 Rayon hydraulique R = 0,76
 Vitesse V = 1,49 m³/sec.
 Débit Q = 6 m³/sec.

Revêtement en parpaings de béton vibré préfabriqués, avec bourrage de béton.

Les travaux actuellement achevés ont été exécutés en deux étapes : 1941 - 1943, puis 1946 - 1949, cette interruption correspondant à la période de guerre. Ils se sont déroulés conformément aux prévisions.

Exécution des travaux.

Le percement de la galerie a été entrepris par 7 fenêtres et les têtes, soit en 16 attaques différentes, échelonnées dans le temps. L'installation de ces divers chantiers nécessita la construction d'une piste de 19 kilomètres entre BOU-HALLOU et BENI-BAHDEL, comportant notamment un souterrain et plusieurs ponceaux. Des logements, magasins et ateliers centraux furent édifiés au BOU-HALLOU ; à chaque fenêtre des installations plus sommaires furent réalisées selon l'importance correspondante des travaux.

Des puits forés sur le tracé, au nombre d'une dizaine, permirent de réduire le transport des matériaux en galerie et la ventilation par aérage naturel. Tous les déblais furent sortis par les fenêtres. Les passages les plus difficiles se situèrent à ZEBÂÏR (perçement de la fenêtre), à MEZZA-



Photo 4 - Profil rectangulaire renforcé.

OUROU aval et dans la dernière partie aval du tracé où l'on se trouva en présence de bancs alternés de grès et de marnes détrempées de très mauvaise tenue et nécessitant un boisage soigné.

Partout ailleurs, dans la zone de souterrain à section circulaire notamment, on put éviter le boisage en faisant suivre de près le revêtement. Dans la seconde section rectangulaire, le percement fut mené de bout en bout avant tout revêtement.

L'eau ne fut gênante que dans les calcaires dolomitiques, et les alternances de grès et de marnes, notamment aux extrémités amont et aval.

La jonction des différents tronçons se fit avec une précision remarquable, l'écart maximum d'alignement ne dépassant pas 0 m. 15 et l'erreur de nivellement 0 m. 03.

La mécanisation des chantiers étant réduite à l'équipement en air comprimé et ventilation, la main-d'œuvre dut y suppléer pour le marinage et le roulage en galerie. La section très réduite du souterrain n'aurait d'ailleurs pas permis l'utilisation de matériel lourd, s'il avait été possible d'en pourvoir les chantiers.

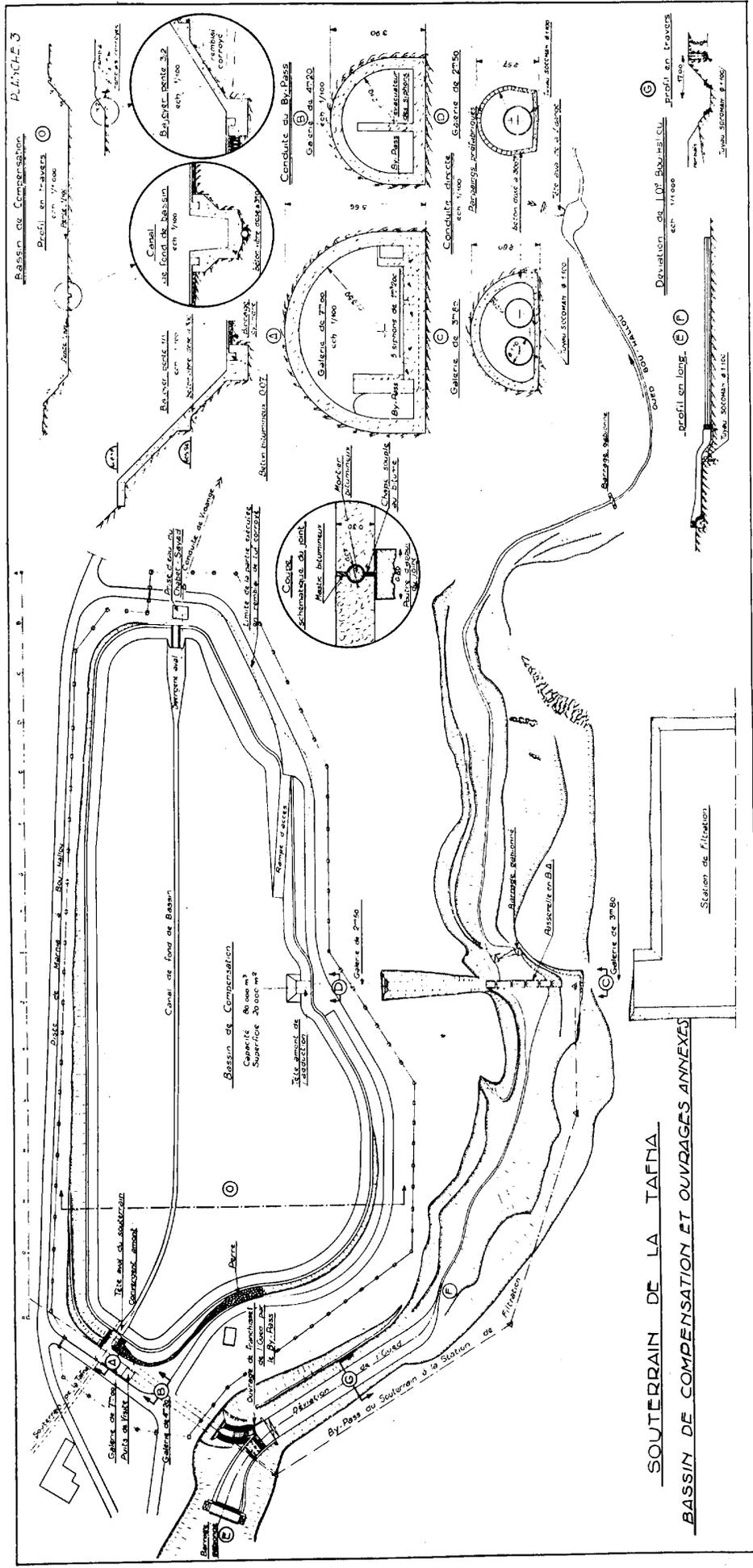
Pour le revêtement, l'utilisation de parpaings et dalles préfabriqués permit d'utiliser au maximum la main-d'œuvre indigène tout en réalisant des bétons vibrés sur table, de dosage moyen et de haute résistance.

En dernier lieu, les fenêtres ont été munies de portes étanches et leurs entrées fermées par des grilles.

Un certain nombre des difficultés éprouvées ont été dues à des défauts inhérents à la période de construction, resserrement des crédits, pénurie de matériels et de pièces de rechange, de ciment, etc., etc...

III. — BASSIN DE COMPENSATION DU BOU-HALLOU.

A son extrémité aval, le souterrain de la Tafna débouche dans un bassin de compensation (planche n° 3).



SOUTERRAIN DE LA TAFNA

BASSIN DE COMPENSATION ET OUVRAGES ANNEXES

Planché N° 3.

Ce bassin de 80.000 mètres cubes, est situé à la cote (604), dans le vallon du Bou-Hallou.

Il fonctionne comme compensation de l'Usine de pied du barrage de Beni-Bahdel en permettant à celle-ci; suréquipée, de turbiner en pointe.

Il constitue d'autre part, une réserve d'accumulation destinée à pallier aux irrégularités d'exploitation de la conduite d'Oran d'une part, et des irrigations de la plaine de Marnia d'autre part.

Terrassements.

D'une superficie voisine de 20.000 mètres carrés, ce bassin est creusé dans les tufs et les grès constituant la rive gauche de l'Oued Bou-Hallou, dont il épouse le cours dans sa partie Nord. Il est ainsi limité en tous sens par des talus de déblais à 1/1, sauf dans sa partie Nord-Ouest où la configuration du terrain a rendu nécessaire la construction d'une digue en matériaux tuffeux corroyés comportant une pente de 3/2 seulement vers l'intérieur du bassin. Le fond est réglé avec une pente de 1 cm. par mètre vers un canal collecteur central qui possède lui-même une pente de 4 mm. vers l'aval.

Exécution.

Les travaux de terrassement, comportant l'extraction de 150.000 mètres cubes de déblais, ont été effectués en partie à la main en 1946 et 1947 par suite des difficultés du moment, puis avec des pelles mécaniques. Le transport des déblais était assuré par des locotracteurs COMESSA remorquant des rames de wagons de 1.500 litres.

Afin d'assurer l'étanchéité du bassin, il a été décidé d'en revêtir le fond et les bajoyers.

Pour le radier, on s'est arrêté à un revêtement souple et facilement réparable, constitué par une épaisseur de 7 cm. de béton bitumineux mis en œuvre sur une forme se composant d'un hérissonnage en moellons calcaires de 0 m. 23 de hauteur finie (après cylindrage), recouvert d'un lit de caillasse à l'anneau de 60 mm., réglé et cylindré selon les profils en long et en travers du projet. Ainsi constituée, la forme réalise une sorte de drain général du radier, et l'on ne s'est pas autrement prémuni contre le risque de sous-pressions, sauf sous le canal collecteur où règne un drain débouchant à l'air libre à l'aval.

Le béton bitumineux préparé à l'avance selon la technique de la « Société Chimique et Routière » en Algérie, procédés Compomac, fut mis en œuvre à froid au moyen du finisher « Barber greene », puis cylindré au cylindre à pneus pour réaliser la « fermeture » complète du tapis. Entre les deux couches de béton bitumineux de 3 cm. 5 d'épaisseur chacune, on répandit à chaud deux couches de bitume fluxé aux huiles de goudron, suivies chacune d'un sablage. Une troisième couche de bitume fut enfin répandue en surface, puis sablée.

Le dosage du béton bitumineux ressortait à 8 % de produits noirs (en poids), la consommation de bitume fluxé à 0 k. 800/m² pour chaque couche, le sablage enfin a absorbé environ 5 l/m² au total.

Les bajoyers ont été revêtus d'une épaisseur de 0 m. 30 de béton pervibré dosé à 300 kg/m³, avec granulométrie à



Photo 5. — Passerelle aqueduc.

l'anneau de 60. Ce revêtement est coupé dans le plan vertical tous les 8 mètres par un joint de dilatation prenant appui sur une poutre de béton coulée à l'avance. Les joints sont constitués comme l'indique la figure ci-contre. La composition des mortiers bitumineux utilisés a donné lieu à des essais systématiques préalables en étuve, permettant d'éprouver leur résistance à la chaleur. La température du béton peut, en effet, monter en plein été à 60° C. lorsque le bassin est vide.

La mise en œuvre du béton a été réalisée pour les parties droites des bajoyers à l'aide d'une passerelle formant coffrage glissant. Cette passerelle prenait appui à ses extrémités sur des flasques dressées au profil des joints; elle était tirée périodiquement vers le haut par un système de palans. Des vibrateurs à air comprimé étaient fixés à demeure sous la tôle de coffrage, cependant que des pervibrateurs électriques assuraient le serrage du béton. Dans les parties courbes, le coffrage était monté à demande. Dans les parties en 3/2 enfin, le béton put être damé en place sans coffrage.

La hauteur revêtue tient compte d'une revanche de 0 m. 85 entre le niveau des plus hautes eaux et celui du béton, cette marge étant apparue nécessaire pour se garantir contre les effets du clapotis qui risque de se produire, étant donné les dimensions du bassin.

IV. — OUVRAGES ANNEXES.

a) L'ouvrage d'arrivée de l'eau dans le bassin ou « tête aval » comporte une vanne à glissières établie à l'aval du souterrain, une batterie de 5 siphons de décharge de 1.400 litres/seconde permettant d'évacuer dans l'Oued Bou-Hallou le débit excédentaire du souterrain; le départ d'une conduite de By-Pass alimente directement la station de filtration à partir du souterrain. Ces différents organes sont logés dans deux galeries creusées l'une à la suite de l'autre, en direction de l'Oued Bou-Hallou et visitables par un puits placé à leur intersection. La conduite de By-Pass longue de 350 mètres, est en tuyaux SOCOMAN de 1 m. 10 de diamètre en béton armé centrifugé.

b) La conduite d'ORAN a son origine dans la partie Nord du bassin où un ouvrage de prise est aménagé, comprenant essentiellement une grille et une vanne à glissières. Elle se dirige vers la station de filtration en passant dans 2 galeries et sur une passerelle aqueduc en béton armé traversant l'Oued Bou-Hallou (photo 5).

c) La restitution à l'Oued Bou-Hallou des eaux siphonnées a rendu nécessaire la construction d'un ouvrage en « culotte » qui assure d'une part, le passage de la conduite du By-Pass sous l'Oued, d'autre part, la jonction des eaux de l'Oued et des eaux siphonnées. Le lit même de l'Oued fut élargi et approfondi à l'aval de cet ouvrage, en vue de

réduire la vitesse de l'eau et son pouvoir d'érosion dans cette zone très proche du bassin (photo 6).

d) La vidange du bassin et la prise d'eau éventuelle de l'usine du Chabet-Sayad (non encore réalisée) ont leur origine commune dans un ouvrage construit à l'extrémité aval du canal de fond du bassin et constitué (photo 7) :

- pour la vidange, par une prise en diamètre 1.100, suivie d'une vanne à glissières commandée du haut d'un puits,
- pour la prise d'eau de l'usine par un entonnoir en béton armé protégé par une grille et fermé provisoirement par un masque.

La conduite de vidange longue de 350 mètres, est constituée par des tuyaux SOCOMAN, diamètre 700, débitant dans l'Oued Bou-Hallou en une chute libre de 15 mètres.

e) L'équipement du bassin est complété par une route de service bitumée de 4 mètres de largeur, un réseau de fossés et une clôture. Le fond est accessible aux véhicules grâce à un plan incliné compris dans l'exécution des bajoyers.

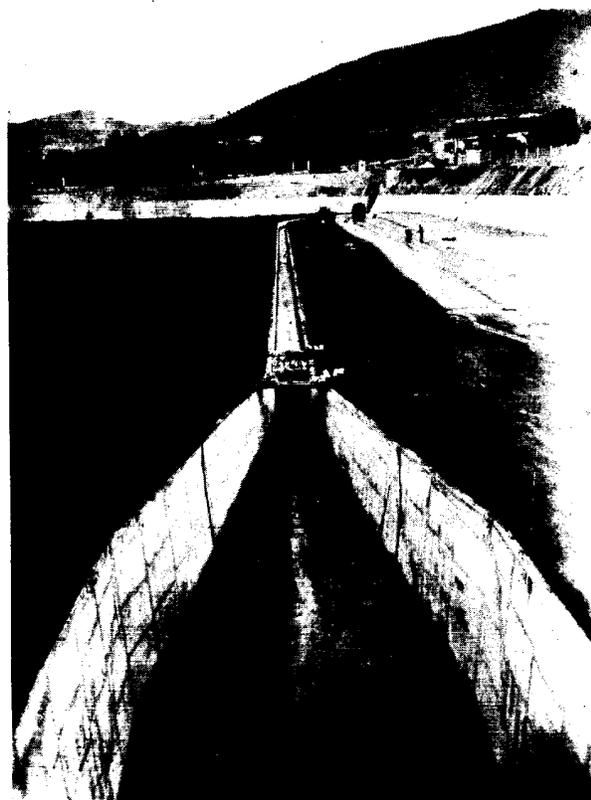
f) En annexe, les travaux de terrassement de la station de filtration (110.000 m³), ont été exécutés par les Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques, avec des engins mécaniques : pelles diesel Bucyrus et dumptror Kœhring.

L'ensemble de ces travaux et aménagements, relatifs au souterrain de la Tafna et à ses annexes, était terminé début 1950.

Photo 6.
Ouvrage de restitution et de franchissement de l'oued.



Photo 7.
Partie aval du canal de fond du bassin de compensation.



CHAPITRE 4

Filtration et Stérilisation des eaux

Ces travaux ont été confiés, après concours, à la Société C. Chabal et C^{ie}, qui les exécute elle-même.

I. — GÉNÉRALITÉS.

L'eau destinée à l'alimentation en eau potable de la région oranaise et de Mers-El-Kébir est clarifiée en tête de conduite, à la sortie du souterrain de la Tafna, soit en provenance du bassin de compensation, soit par l'intermédiaire du By-Pass.

La stérilisation de ces eaux est faite en fin de canalisation au brise-charge N° 8 situé près d'Oran.

Caractéristiques de l'eau brute.

L'eau des bassins versants de la Tafna et de l'Oued Krémis est essentiellement une eau bicarbonatée calcique : les études préliminaires faites à des périodes différentes (étiage, crue) ont révélé un caractère plutôt incrustant, jamais agressif.

Les caractéristiques chimiques, comparées à celles des eaux de Brédéah, peuvent être définies, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous.

La teneur en matière organique, exprimée en oxygène, est de 1 à 8 mgr. en milieu acide, 1 à 6 en milieu basique.

Ces eaux sont bactériologiquement peu polluées : les analyses ont révélé les chiffres moyens suivants :

Germes microbiens	1.000 au cm ³
Microbes liquéfiant la gélatine	1.100 au cm ³
Germes de moisissure	400
Bacterium Coli	750 par litre

Ces eaux brutes, en période normale, sont relativement

claires ; elles ont une turbidité moyenne de 0 m. 70 à 1 mètre à l'assiette, celle-ci pouvant descendre à moins de 0 m. 30 en périodes de crues.

Le traitement présentera des difficultés particulières lorsque le niveau du barrage sera bas ou lorsque les développements d'algues seront favorisés par la température ; de plus, le caractère incrustant de ces eaux nécessite des précautions complémentaires délicates.

Caractéristiques du traitement.

Les installations de traitement devront donner à l'eau les qualités suivantes, imposées dans le Cahier des charges :

Turbidité :

Elle devra correspondre à l'addition dans 50 centimètres cubes d'eau optiquement pure, de 4 gouttes au plus d'une solution alcoolique de mastic en larmes à 1/1000.

L'eau devra être limpide sous huit mètres, avec contrôle permanent au tube à l'ouvrage de sortie.

Agressivité et incrustation :

Le pH devra être aussi voisin que possible du pH d'équilibre ; l'eau ne devra pas être incrustante, et des détecteurs témoins seront installés à titre de contrôle en différents points de la canalisation.

Qualités bactériologiques :

L'eau filtrée et stérilisée répondra aux exigences du Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France, et ne devra pas contenir de colibacille dans 100 cc.

DÉSIGNATION	TAFNA	BRÉDHÉA
PH	8,1	7,9
D ^o hydrotimétrique	28 ^o	130 ^o
Résistivité à 18 ^o	2.400	
Extrait sec à 18 ^o (mgs/l)	320	4.400
Cl (des chlorures)	40	1.910
So ²	14	630
Co ³	130	260
Na	32	1.040
Ca	46	360
Mg	25	150
Co ² agressif	NÉANT	
Co ² équilibrant	6	
Co ² semi combiné	74	
Co ² combiné	13	
Alcalinité (en Co ² ca)	220	
Fc ² O ³ + Al ² O ³	1,5	

Matières organiques :

La teneur en matières organiques exprimée en oxygène en milieu acide ne devra pas dépasser 2,5 mgr. dans l'eau filtrée.

En dehors de ces qualités propres à l'eau traitée, les conditions du concours ont imposé aux concurrents :

- l'assurance d'un débit possible de 110.000 m³/jour aux périodes des plus mauvaises eaux,
- le fonctionnement de l'ensemble de l'installation à la demande de la consommation (commande par l'aval) dans le cadre du thème général imposé pour la canalisation d'adduction,
- l'engagement d'exploiter les installations de traitement pendant au moins vingt ans, sur la base des prix d'exploitation indiqués à la soumission.

II. — PRINCIPE TECHNIQUE DES INSTALLATIONS.

La solution choisie par le jury du concours est celle de la Société C. Chabal et Cie, dont les caractéristiques techniques sont les suivantes, particulièrement adaptées au problème posé et répondant aux conditions du cahier des charges :

a) **Filtration graduée à deux étages**, sans addition préalable de produits chimiques coagulants, permettant, grâce à une clarification poussée et quelles que soient ces eaux brutes, d'obtenir une eau filtrée potable, susceptible d'être distribuée même sans stérilisation chimique, rendant ainsi la station absolument autonome en toutes circonstances (conflit, isolement économique, etc...).

b) **Stérilisation complémentaire de sécurité** envisagée à la chloramine au brise-charge N° 8, en fin de canalisation.

c) **Régulation** de l'ensemble de l'installation par des dispositifs exclusivement hydrauliques et automatiques, permettant, pour tous débits, la commande par l'aval sans utilisation d'énergie électrique (procédés brevetés).

d) **Protection** des 160 kilomètres de la canalisation d'adduction et des ouvrages annexes contre les incrustations calcaires, par addition dosée de gaz carbonique (procédés C. Chabal et Cie).

L'ensemble de ces solutions a été adopté, du fait de la très grande sécurité qu'elles offrent, et les prix d'exploitation réduits de ce type d'installation ont compensé largement le caractère plus onéreux des investissements.

III. — DESCRIPTION DES INSTALLATIONS.

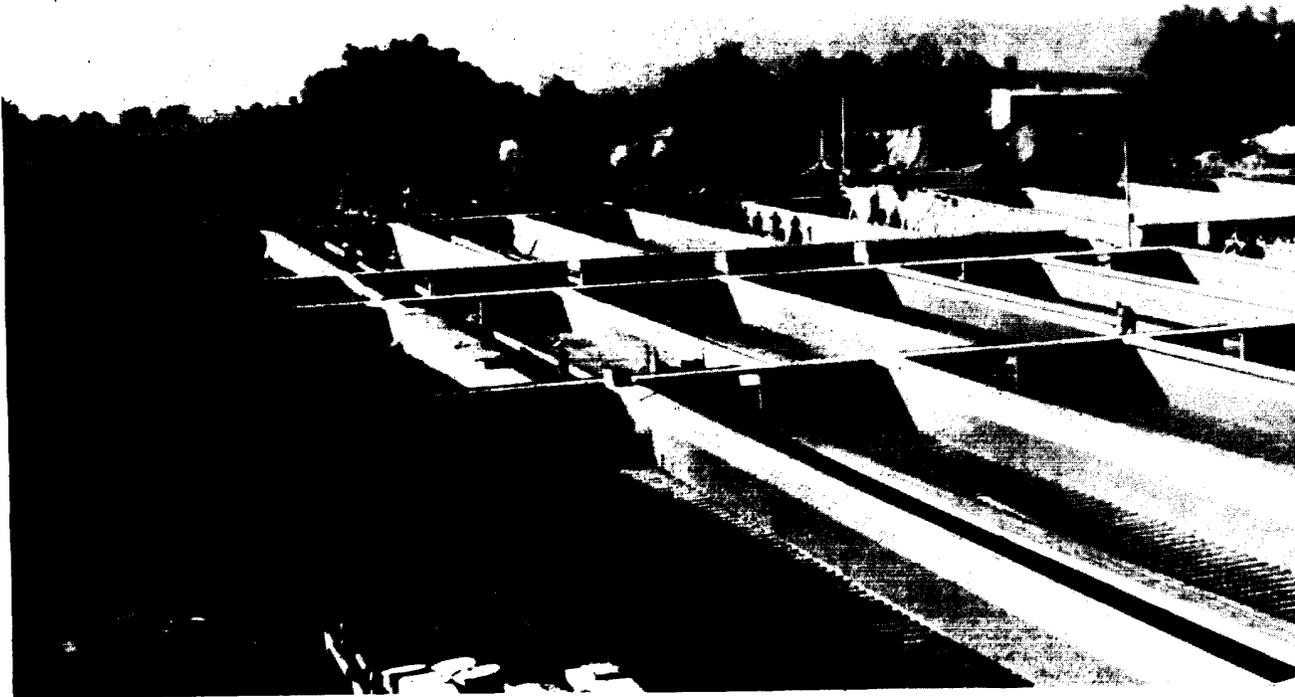
L'ensemble de l'installation de traitement du Bou-Hallou est une très belle unité comportant 72 bassins standard de 153 mètres carrés chacun, couvrant plus de 11.000 mètres carrés : elle a été urbanisée dans un ensemble architectural, bénéficiant d'un site exceptionnel.

Cette installation comprend :

1° **L'ouvrage d'entrée d'eau**, servant de tour d'équilibre à niveau amont variable et comprenant les vannes régulatrices de tête (Vannes-Neyrpic à commande par l'aval).

2° **Le canal d'alimentation des préfiltres.**

Vue panoramique de l'installation en mai 1950. - Au premier plan à gauche, ouvrage d'entrée d'eau.



3° Les bassins proprement dits :

- 24 préfiltres couvrant 3.672 mètres carrés et comportant une couche filtrante de 0 m. 65,
- 48 filtres couvrant 7.345 mètres carrés et comportant une couche filtrante de 0 m. 70.

Les matériaux filtrants sont des sables siliceux très purs et de granulométrie sélectionnée.

Ces bassins sont équipés du nettoyage par contre-courant d'eau et air soufflé (brevets Chabal), avec une station de surpresseurs Roots de 100 CV précédée d'un ensemble de dépolluissage d'air.

Les eaux de lavage sont collectées dans chaque bassin par une goulotte centrale à grand débit, soit par surverse (nettoyage normal), soit par siphonage tout le long de cette goulotte (vidange superficielle complémentaire)

Un siphon d'about à double débit permet d'évacuer les eaux de lavage normal par surverse et les eaux de vidange superficielle par siphonage accéléré (600 l/s.) : la commande de cet ensemble se fait uniquement par une vanne d'entrée d'air dans ce siphon d'about.

Ces siphons sont reliés à un réseau général d'égouts.

4° Les blocs de régulation des bassins :

72 chambres (une par bassin) sont équipées d'un ensemble de régulation par l'aval utilisant une vanne tubulaire Neyrpic-Chabal et des appareillages accessoires.

Ces blocs de sorties de bassins sont reliés aux goulottes de collecte des eaux préfiltrées et filtrées.

5° Le réservoir d'eau filtrée et le bâtiment des pompes. Ce réservoir de 500 mètres cubes, domine l'installation en terrasse et soutient l'escalier monumental d'accès.

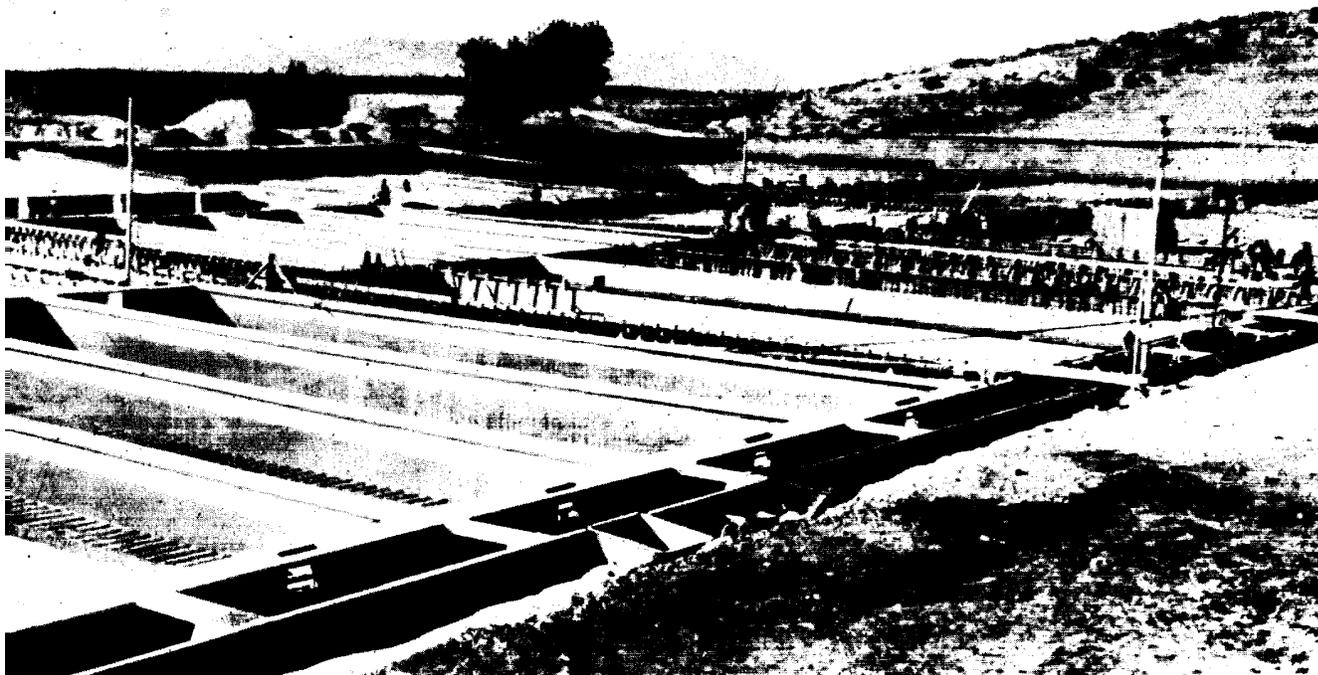
Une station de pompage, greffée à la bêche de collecte des eaux filtrées, refoule le débit d'eaux de lavage suffisant.

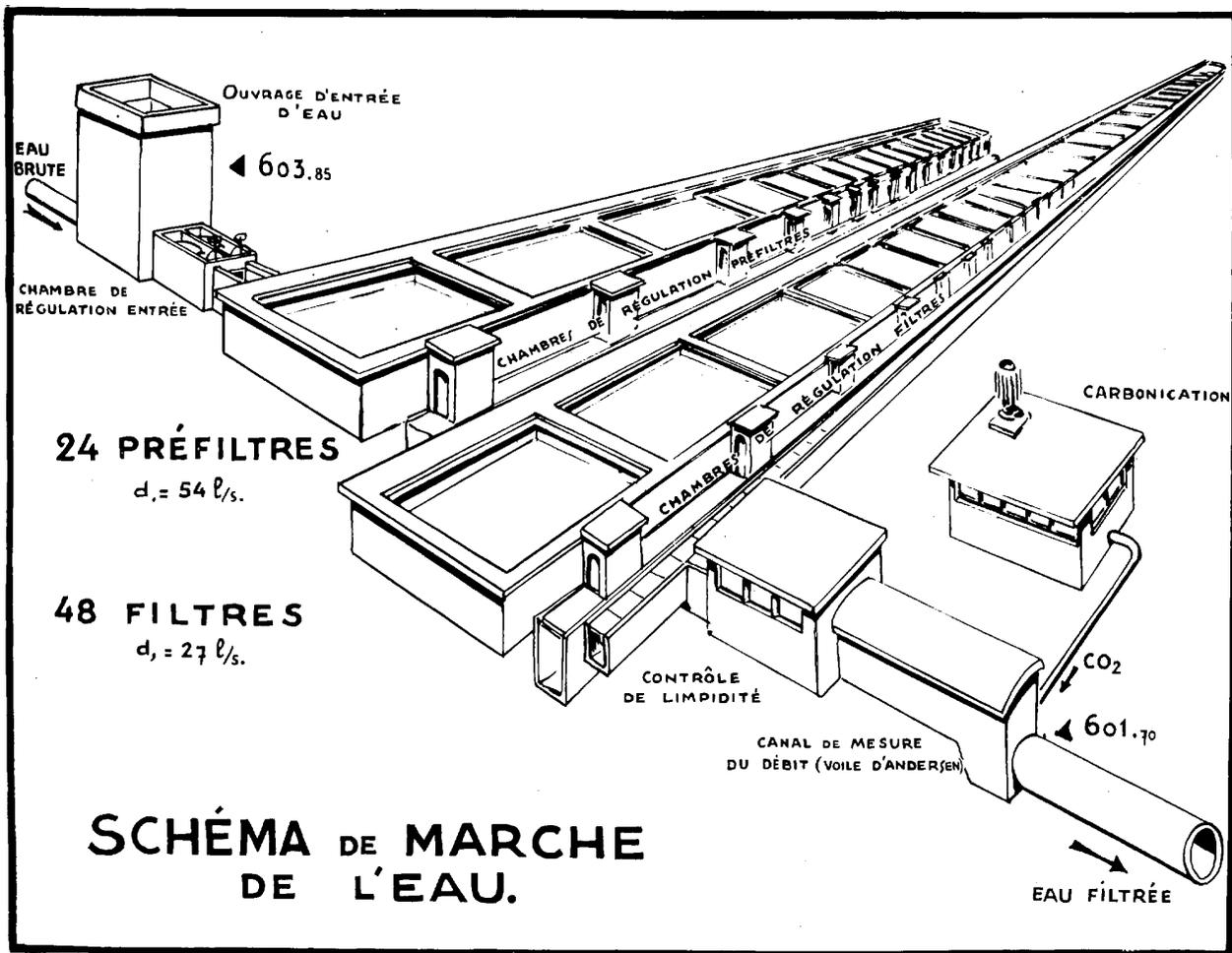
6° Le pavillon de présentation des eaux traitées et l'ouvrage de mesure de débit : cet ouvrage comporte un canal de mesure équipé du voile d'Andersen par NEYR-PIC, et est la tête de départ de la canalisation d'Oran : un Venturi est branché en aval à 30 mètres de l'installation.

7° Une station de carbonication, comportant les appareillages de production et de distribution du gaz carbonique : la diffusion se fait à l'ouvrage de sortie d'eau.

8° Les annexes, laboratoire et contrôle, garage, atelier, transformateur électrique de 65 KVA, station de traitement algicide, logement du Directeur et de son personnel, aménagement général du site (jardins et plantations, clôtures, viabilité complémentaire), et station de stérilisation à la chloramine greffée au brise-charge N° 8, près d'Oran.

Les innovations techniques qui caractérisent cette importante réalisation, résident principalement dans les appareils de régulation hydraulique automatique par l'aval, le lavage par double siphonage équilibré, étudiés par C. Chabal et C^{ie} en collaboration avec les Laboratoires Dauphinois d'Hydraulique; enfin la protection de la conduite par carbonication est une nouveauté en France, quoiqu'elle ait déjà reçu des applications aux Etats-Unis.





IV. — EXÉCUTION DES TRAVAUX.

L'ordre de service de début des travaux n'a pu être notifié qu'en février 1949 à l'Entreprise Chabal, du fait des restrictions de crédit.

A cette époque, le chantier était déjà préparé et prêt à démarrer :

- gros terrassements exécutés par l'EGTH (100.000 m³),
- installations de chantier avancées :
 - logements, cantines, centre social,
 - carrière et installation de concassage Kennedy,
 - énergie électrique,
 - alimentation en eau,
- matériel et matériaux en grande partie à pied-d'œuvre.

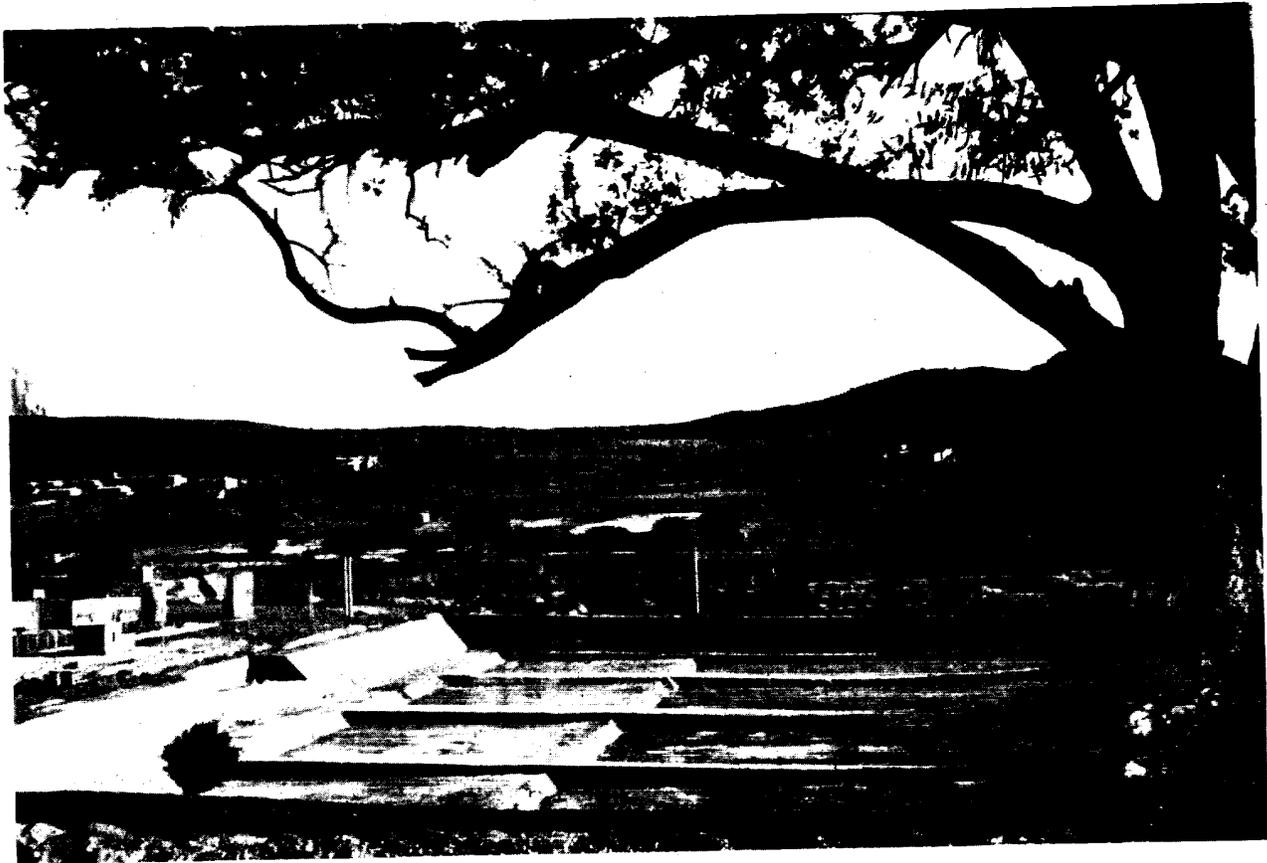
Cette préparation autorisait un départ de chantier rapide, et le nombre d'ouvriers est passé très rapidement de 110 en avril 1949 à plus de 300, la cadence de plein rendement étant imposée par les nécessités dues aux périodes de grandes chaleurs, pour la coulée des bétons en parois minces.

L'échelonnement des opérations a été sensiblement le suivant :

- février à mai 1949 : terrassements de finition et gros bétons,
- mai-juin 1949 : réservoir de 500 mètres cubes,
- juin à novembre 1949 : ferrailages d'ensemble,
- juillet 1949 : ouvrage d'entrée d'eau,
- juillet à décembre 1949 : radiers,
- octobre 1949 à avril 1950 : coulée des bassins,
- les travaux annexes et l'équipement ont été menés parallèlement.

La cadence des bétonnages a été exceptionnelle, menée en 7 mois, soit à une cadence moyenne d'un bassin en 3 jours : ceci grâce à une organisation de chantier méthodique et à l'utilisation de coffrages métalliques Blaw-Knox; la composition des bétons, très étudiée, a permis d'assurer l'étanchéité sans enduit, grâce au pervibrage et à une excellente compacité : il a fallu, dans ce but, compléter les agrégats de concassage, insuffisamment équilibrés, par des sables de dunes.

L'aménagement des fonds, préparé en ateliers par éléments préfabriqués vibrés sur table, a permis une



Travaux de terrassement.

cadence de mise en place rapide, au fur et à mesure des décoffrages.

Les matériaux filtrants, extraits sur la plage de Nemours et en oued près de Sidi-Bel-Abbès, à 80 et 100 kilomètres des lieux d'utilisation, proviennent en majeure partie de la désagrégation de l'arène granitique de Nedroma : ils ont nécessité la manutention et le camionnage de plus de 12.000 mètres cubes, par trains de camions. Leur mise en

place est encore en cours, après sélection faite dans deux stations de criblage.

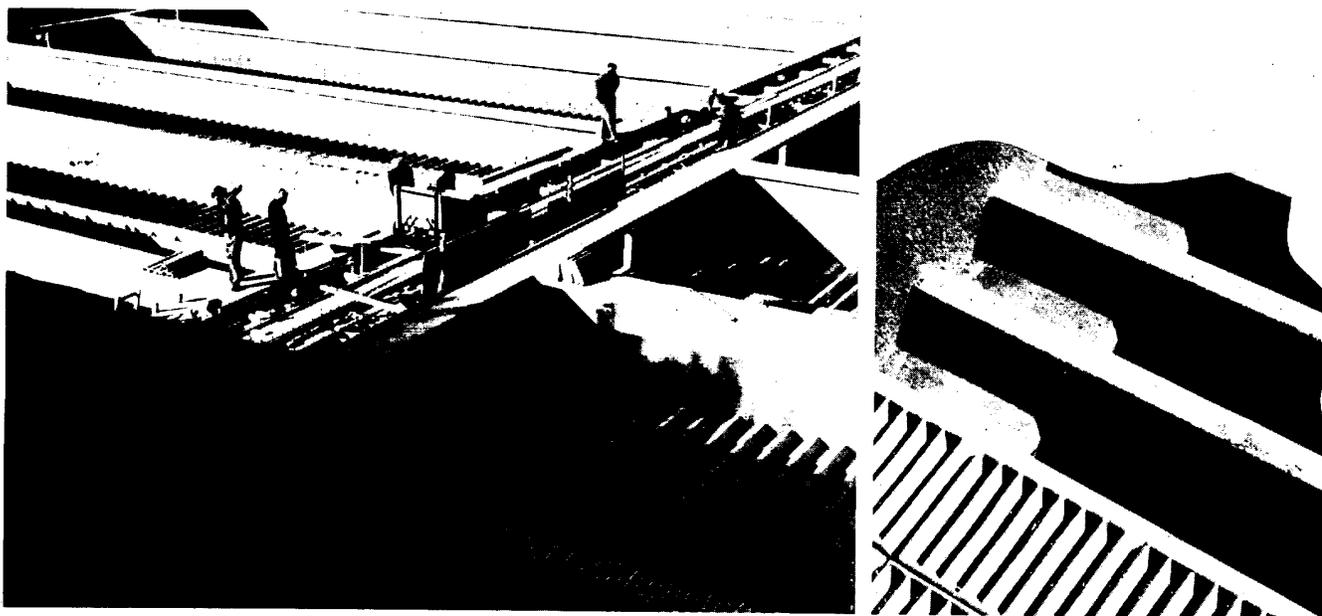
Les bâtiments annexes sont sensiblement terminés et l'appareillage en cours de montage ; le délai prévu d'octobre 1951 semble devoir être respecté.

A partir de cette date, C. Chabal et Cie devra assurer la surveillance, l'entretien et l'exploitation de ces installations pendant vingt années minimum.

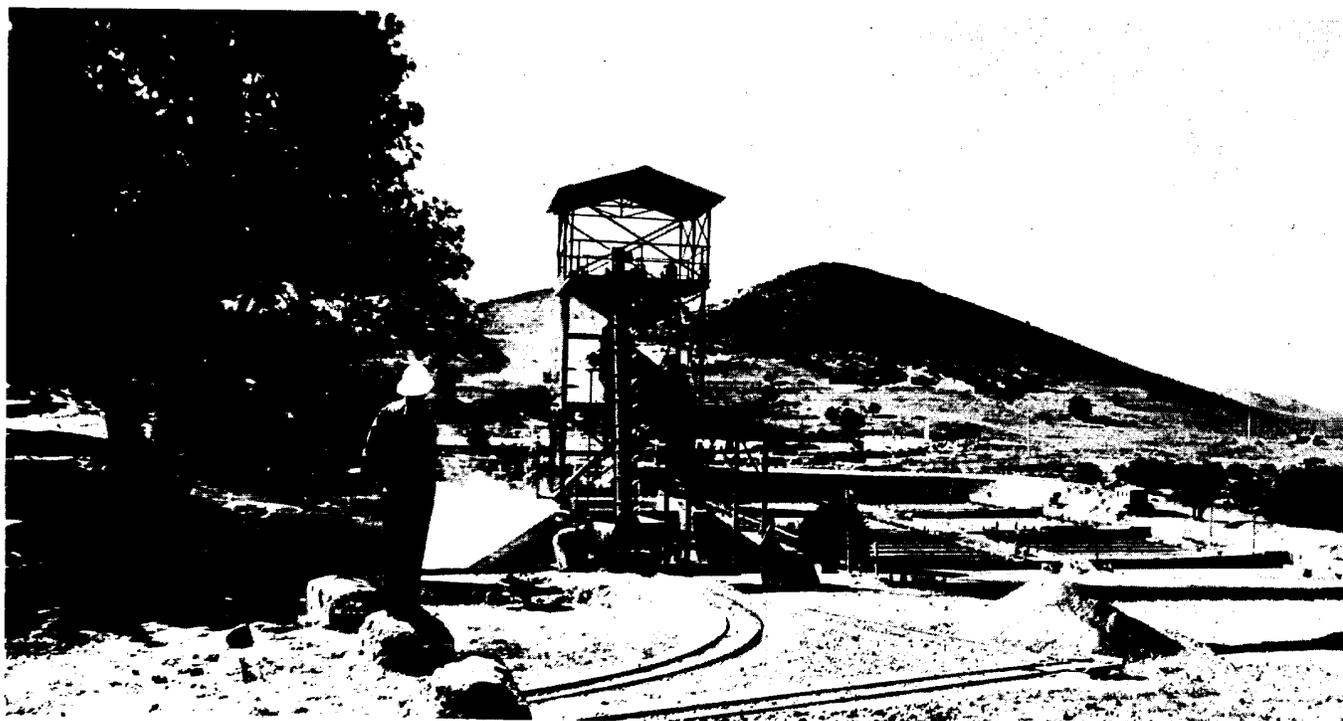
raillage et réservoir 500 m².

Coulée en coffrage métallique (un bassin en six jours).





Montage et mise en place de supports filtrants.



Criblage et sélection de matériaux filtrants et des agrégats.

CHAPITRE 5

Conduite proprement dite. - La canalisation

Ces travaux ont été confiés à Socoman et exécutés par ses soins

I. - GÉNÉRALITÉS.

a) Description sommaire.

La canalisation est constituée par des éléments en béton précontraint de 7 mètres de longueur et de 1 m. 10 de diamètre intérieur. Leur épaisseur est de 8 cm. 6 et leur poids de 5.700 kilogs. Dans le cas de fortes pressions, l'épaisseur atteint 12 cm. et le poids 8.200 kilogs.

Chaque tuyau se compose d'un fût primaire en béton centrifugé précontraint longitudinalement, aux extrémités duquel se trouvent deux couronnes en fonte appelées « abouts ». La précontrainte est réalisée par des fils d'acier (armatures longitudinales) tendus avant chargement du béton et fixés à des oreilles portées par les abouts. Le béton est mis en place par centrifugation, et après sa prise, la tension des armatures est relâchée. Les pièces d'extrémité donnent alors au béton une compression longitudinale.

Autour de ce fût primaire est enroulé sous tension un fil d'acier (frette) qui donne au béton sa précontrainte transversale. La tension et la quantité d'acier sont aisément réglables et permettent d'adapter exactement chaque tuyau à la pression intérieure et aux charges auxquelles il sera soumis. L'armature est recouverte d'une couche de béton vibré (revêtement) qui protège les frettes contre toute action extérieure. La figure ci-contre montre la coupe longitudinale du tuyau et du joint.

En plus des avantages inhérents à la précontrainte, que l'on trouvera décrits ci-dessous, le tuyau répond aux qualités exigées pour les conduites sous pression : solidité, absence de rugosité, facilité d'assemblage, étanchéité, résistance aux fortes pressions.

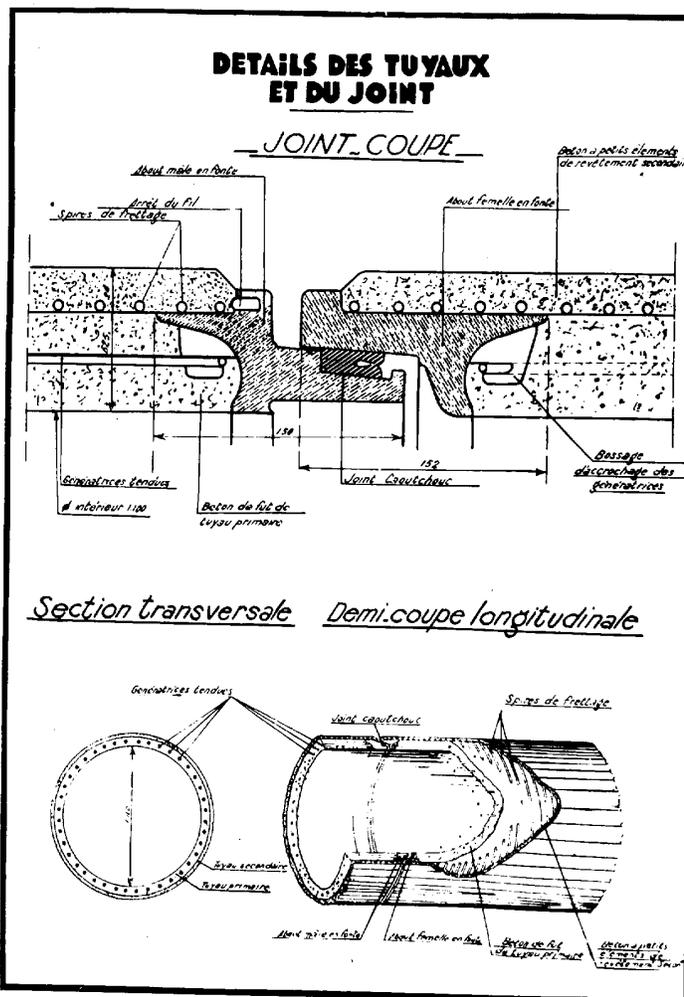
En effet, la centrifugation du fût primaire donne au béton une résistance élevée à la compression qui permet d'utiliser au maximum les avantages de la précontrainte; elle permet aussi d'obtenir une paroi intérieure parfaitement lisse et par suite de réduire considérablement les pertes de charges.

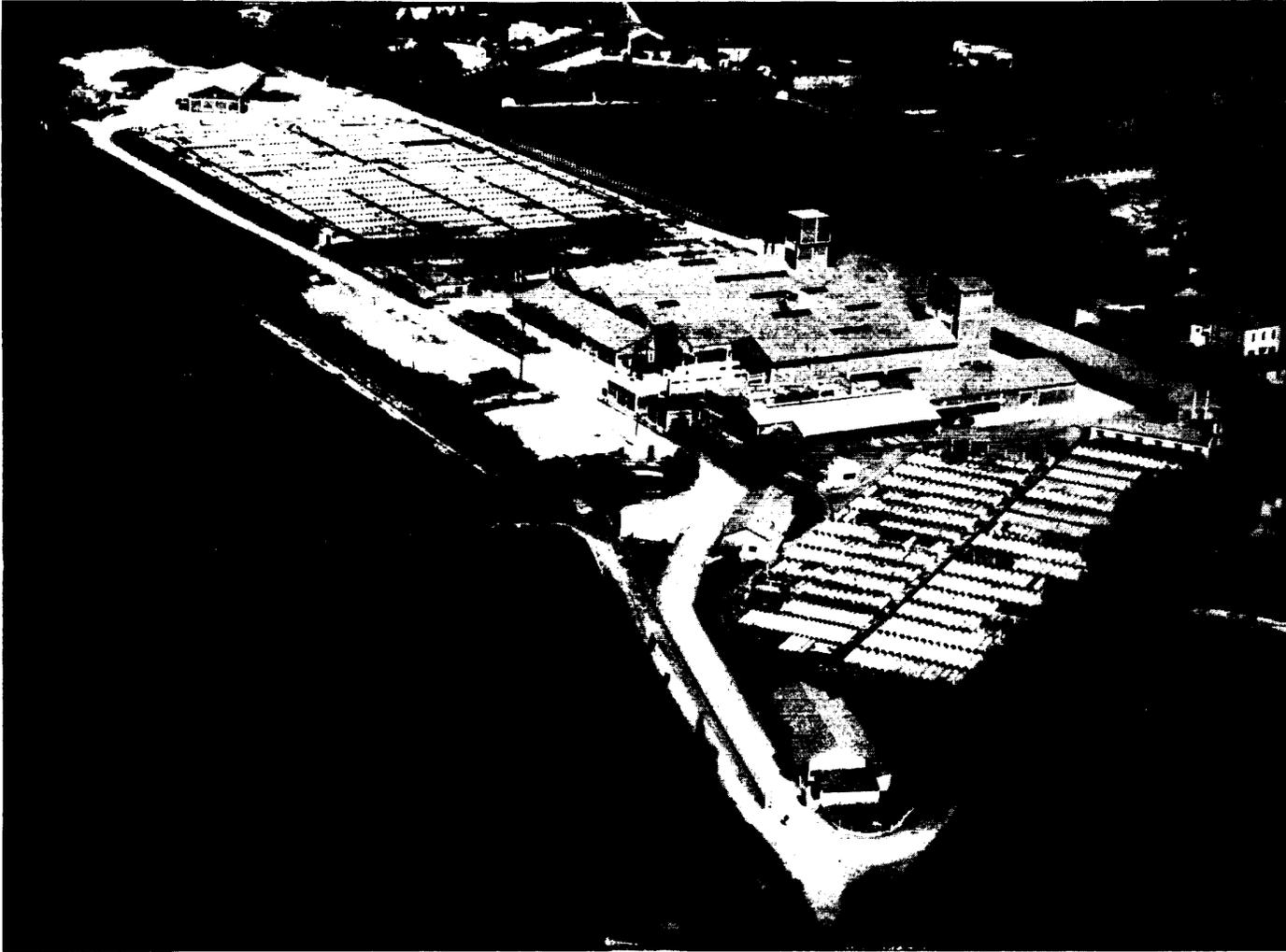
Par ailleurs, l'assemblage des tuyaux est réalisé de façon simple par emboîtement mécanique des pièces d'extrémité. L'about mâle comporte une gorge où vient se loger une bague en caoutchouc présentant la forme d'un V dont la pointe est tournée vers l'extérieur du tuyau. L'étanchéité est assurée par la pression intérieure qui ouvre les lèvres du joint. Elle est donc d'autant meilleure que la pression est plus élevée, ce qui constitue une qualité caractéristique du joint type SOCOMAN. Même après déformation et déboîtements importants dus aux tassements de terrain,

le joint assure une étanchéité complète à cause de sa grande élasticité. D'autre part, il résout le problème souvent gênant de la dilatation.

Ce tuyau se prête bien aux mesures de défense contre la corrosion; les bétons primaire et secondaire étant fabriqués indépendamment l'un de l'autre, peuvent résister l'un aux eaux à véhiculer, l'autre aux agents agressifs extérieurs, en utilisant des ciments de composition chimique différente.

La simplicité de fabrication des tuyaux et le coût peu élevé des constituants du béton permettent un faible prix de revient, malgré une qualité et une régularité supérieures à celles obtenues par les procédés classiques.





Vue aérienne des usines de Laferrière.

b) Intérêt de la précontrainte des tuyaux.

La précontrainte a pour but de remédier au défaut principal de tout béton, si soigné soit-il, qui est de mal résister aux efforts de traction.

L'élément de béton précontraint est soumis au cours de sa fabrication à des tensions préalables telles que, en chacun de ses points, le béton soit en état de compression. Le taux de cette compression est calculé de façon suffisamment large, pour qu'elle ne s'annule jamais quels que soient les efforts de traction auxquels sera soumis l'élément dans ses conditions normales d'emploi.

Les armatures du tuyau décrit plus haut réalisent en chaque point la précontrainte nécessaire par une sorte de quadrillage qui s'oppose à toute fissuration du béton et assure donc une étanchéité parfaite.

Dans le cas de surpressions anormales et passagères survenant à l'intérieur du tuyau, le béton peut dépasser son taux de décompression et se fissurer momentanément; dès que la surpression cesse il retrouve son étanchéité initiale sous l'effet des aciers tendus. Cette particularité est un gage important de sécurité.

Une précontrainte énergétique suppose de la part du béton une résistance efficace à la compression. Il doit donc être de haute qualité tant par la nature de ses constituants (gravier, ciment, eau) que par le soin de leur dosage et la puissance de leur mise en œuvre (centrifugation, vibration à haute fréquence).

La précontrainte longitudinale permet de fabriquer des tuyaux dont la longueur n'est limitée que par des considérations de manutention et de transport.

La précontrainte transversale ou circonférentielle réglable par simple variation du pas de l'enroulement hélicoïdal du fil permet une adaptation précise de chaque tuyau aux pressions intérieures (eau transportée) et extérieures (charges de remblai) qu'il aura à supporter.

Il existe des conduites forcées en béton précontraint résistant à des pressions caractéristiques de 55 Kg/cm². La conduite d'Oran est soumise en ses points les plus bas à 33 Kg/cm². Ces résultats sont obtenus à l'aide d'épaisseurs de béton réduites et de sections d'acier relativement faibles, car la précontrainte appliquée à des bétons de haute qualité détermine, par rapport au béton armé ordinaire,

une économie sensible de matériaux : agrégats, ciment, acier.

La réalisation du tuyau en béton précontraint résoud donc ce problème apparemment insoluble : fabriquer des conduites soumises à des efforts considérables de traction à l'aide d'un matériau peu coûteux dont la caractéristique principale est de résister bien à la compression et mal à la traction.

II. - FABRICATION EN USINE.

La fabrication des tuyaux en béton précontraint centrifugé est réalisée à l'usine de Laferrière, située à mi-chemin entre la station de filtration de Bou-Hallou et la Ville d'Oran.

A - MATÉRIAUX

Les matériaux entrant dans la composition des tuyaux sont les suivants :

1° Béton.

Les agrégats employés dans la confection des bétons proviennent de la carrière du Djebel Tounit, à proximité de l'usine. Une importante station de concassage permettant de débiter 15 tonnes/heure a été installée. Ces matériaux sont constitués par des calcaires gris bleu et noirâtres du lias, largement veinés ou linéolés de calcite.

Le sable est du sable de mer provenant des dunes de Turgot.

Les ciments sont des ciments Portland artificiels à haute résistance initiale.

Les bétons ont les compositions et les granulométries indiquées au tableau ci-dessous.

Les bétons sont fabriqués mécaniquement dans une tour à béton qui comprend de haut en bas :

Les silos de sable, ciment et agrégats, les volumeurs, les malaxeurs, les goulottes d'alimentation.

2° Aciers.

Les aciers employés sont des aciers mi-durs, en fil de 4,9 - 5,4 et 7 mm., provenant des aciéries de Longwy ou de Rombas.

Ces aciers subissent en usine le traitement spécial de la trempe au plomb qui consiste à faire passer le fil préalablement chauffé à 800° dans un bain de plomb à 425°, ce qui relève considérablement le taux de leur limite élastique.

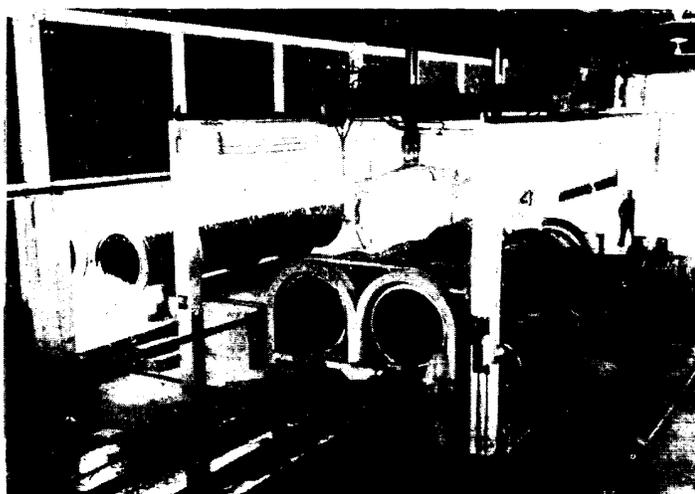
Leur composition chimique moyenne est la suivante :

— carbone	0,8 %
— silicium	0,25 %
— soufre	0,02 %
— phosphore	0,02 %
— manganèse	0,70 %

Béton de centrifugation primaire	a) Agrégats	{ 12,9,5 - 12,6 % 9,5/4,8 - 71 % 4,8/2,4 - 16,3 %	1.250 Kgs	
	b) Sable de dune	{ 1,00/0,45 - 6 % 0,45/0,33 - 66 % 0,3 - 28 %		580 Kgs
	c) Ciment			
Revêtement secondaire	a) Agrégats	{ 4,8/2,4 -	1.275 Kgs	
	b) Sable	{ 1,00/0,45 - 6 % 0,45/0,33 - 66 % 0,3 - 28 %		465 Kgs
	c) Ciment			

Séparation d'un modèle avec ses armatures.

Centrifugation du primaire.



Le fil brut présente les caractéristiques suivantes :

- limite de rupture 90 Kg/mm²
- limite élastique 55 Kg/mm²
- allongement 12 %

Après traitement thermique, elles deviennent au minimum :

- limite de rupture 120 Kg/mm²
- limite élastique 85 Kg/mm²
- allongement minimum 10 %

3° Caoutchouc.

Le caoutchouc des joints répond aux caractéristiques suivantes :

- dureté 60 à 65° shore
- allongement 400 à 550 %
- charge de rupture 100 Kg/cm²

4° Fonte.

Les pièces en fonte usinées pour les abouts ne présentent aucune caractéristique spéciale. Elles sont fabriquées dans la Métropole.

B - DIFFÉRENTES PHASES DE FABRICATION

La construction d'un tuyau comporte les 12 phases suivantes :

1° Montage des moules.

Les moules de centrifugation sont constitués par deux demi-coquilles cylindriques assemblées par boulons suivant un plan diamétral. Pour permettre les déplacements et la rotation du moule, deux chemins de roulement concentriques aux coquilles sont fixés à l'extérieur de l'ensemble.

Au cours du montage, les abouts sont mis en place aux deux extrémités, l'un d'entre eux étant susceptible d'un déplacement longitudinal, l'autre au contraire étant rendu étroitement solidaire du moule.

La paroi intérieure est soigneusement nettoyée et huilée pour éviter toute adhérence de béton.

2° Mise en place des armatures longitudinales.

Cette opération comporte trois parties :

Formation des armatures :

Les armatures primaires sont composées d'un fil continu soumis à un pliage alternatif créant autant de boucles que les abouts comportent d'oreilles.

Ce pliage est effectué à l'aide de deux plateaux circulaires distants de la longueur du tuyau (7 mètres) et portés par une poutre horizontale animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe vertical passant par son milieu.

Les plateaux circulaires portent un nombre de tétons égal à celui des oreilles des abouts. Le pliage achevé, l'armature est transportée sur la machine à étirer.

Etirage :

Les deux extrémités du fil sont soudées pour assurer la continuité de l'armature qui est ensuite accrochée aux deux plateaux de la machine à étirer, dont l'un est fixe, l'autre mobile et solidaire d'un vérin hydraulique. Les deux plateaux sont écartés l'un de l'autre jusqu'à ce que l'acier dépasse sa limite élastique. Cette opération a pour but de redresser le fil et d'égaliser la longueur des brins.

Mise en tension des armatures :

Les armatures ainsi formées sont accrochées à l'intérieur du moule aux oreilles des abouts. Le moule est placé devant la machine de mise en tension. Celle-ci comporte deux jeux de crochets situés en face des extrémités du moule. L'un des jeux est fixe, l'autre est solidaire d'un plateau relié à un vérin hydraulique. Les crochets écartent les abouts jusqu'à obtention dans l'armature longitudinale de la tension voulue. L'about mobile est alors calé dans sa position définitive par des vis, de manière à maintenir cette tension durant les opérations de mise en place du béton.

En même temps que l'armature, quelques cerces de fil en acier doux de faible section sont disposées autour des génératrices pour empêcher leur vibration au cours de la centrifugation.

3° Fabrication du béton.

On sait que la qualité du béton dépend dans une large mesure du soin de sa fabrication. En vue d'obtenir un béton aussi résistant et aussi régulier que possible, les différents constituants du béton sont dosés avec précision et leur

Démoulage du primaire.



Frettage sous tension.



mélange réalisé avec soin. Les agrégats, dont les dimensions et les quantités respectives ont été établies par des études granulométriques approfondies, sont dépoussiérés, lavés et pesés. Le ciment sur lequel des essais préalables ont été faits pour déterminer ses caractéristiques est lui aussi pesé avec précision.

Le gâchage est réalisé dans des bétonnières à axe vertical et à trains valseurs qui donnent un mélange parfaitement homogène.

4° Centrifugation du béton primaire :

Le moule équipé est placé sur la machine à centrifuger. Celle-ci est constituée par un train de galets entraînés par un moteur électrique à vitesse variable et sur lesquels reposent les chemins de roulement du moule. Par frottement la rotation des galets provoque celle du moule.

Le chargement du béton est effectué à l'aide de longues cuillères mobiles munies d'un dispositif de distribution destiné à répartir le béton à l'intérieur du moule, tandis qu'il tourne à faible vitesse. Le volume de la cuillère correspond à la quantité de béton entrant dans la fabrication du fût primaire. Après chargement on augmente la vitesse de rotation. La durée de la centrifugation est déterminée par la résistance minima que doit posséder le béton après cette opération, compte tenu de sa fluidité et de ses qualités propres.

5° Etuvage du tuyau primaire.

Après centrifugation le moule contenant le tuyau primaire est introduit dans une étuve où il est maintenu dans une atmosphère de vapeur saturée.

L'étuvage a pour but d'accélérer la prise du béton et d'assurer ainsi une cadence plus rapide de rotation des moules de fabrication. Il améliore aussi la régularité du béton en uniformisant les conditions extérieures de prise à l'abri des intempéries et des variations saisonnières de température.

6° Démoulage du tuyau primaire.

Après étuvage, l'about mobile, initialement calé par des vis, est libéré et met en compression le béton qui a déjà

acquis une certaine résistance. Les chemins de roulement sont démontés, les coquilles déboulonnées et séparées. Le moule est nettoyé et reprend son cycle de fabrication tandis que le tuyau primaire est envoyé sur l'aire d'humidification.

7° Humidification du tuyau primaire.

Le tuyau est maintenu pendant une huitaine de jours environ sous un arrosage constant. Cette opération maintient le béton à l'état humide afin d'éviter les tensions capillaires que provoquerait l'évaporation d'une partie de l'eau. Le retrait du béton est aussi réduit que possible.

8° Frettage.

Après avoir été maintenu sur parc pendant quelques jours pour durcir le béton, le tuyau est fretté au moyen de fils d'acier à haute limite élastique. Pour cette opération le tuyau est monté sur un tour à pas variable se déplaçant parallèlement aux génératrices du cylindre devant le dispositif de distribution du fil.

Le fil est soumis à des efforts de traction déterminés avec précision qui lui sont transmis par des contrepoids et est enroulé autour du tuyau primaire sous une tension voisine de la limite élastique du métal.

Il est fixé par simple pliage de ses extrémités à des encoches portées par les abouts.

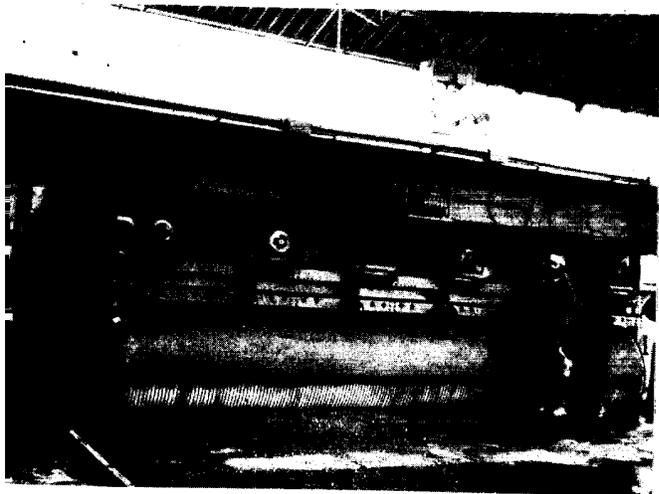
9° Essais.

Immédiatement après frettage, le tuyau est soumis à un essai de pression hydraulique. Il est placé dans des conditions identiques à celles de son utilisation en service. Pour tenir compte du fluage de l'acier et du retrait du béton, la pression d'essai est supérieure à la pression caractéristique du tuyau et la fatigue imposée aux aciers correspond à une valeur maximum qui ne sera plus jamais atteinte par la suite.

10° Mise en place du revêtement.

Le revêtement est constitué par une couche de béton vibré qui, déposée sur les frettes, les enrobe et les protège contre toutes actions chimiques ou mécaniques. La mise en place du béton s'effectue par une goulotte parallèle aux génératrices du cylindre et disposée immédiatement au-

revêtement vibré.



Transport à pied d'œuvre.



dessus du tuyau à revêtir. Cette goulotte soumise à une vibration intense dépose le béton sur le tuyau animé lui-même d'un mouvement de rotation très lent autour de son axe.

Le béton de revêtement possède, grâce à l'intensité de vibration mise en jeu, une très grande dureté qui permet de manipuler le tuyau sans risque aussitôt l'opération terminée.

11° Etuvage du revêtement.

Le revêtement une fois achevé, le tuyau est placé dans une étuve où il est soumis à un bain de vapeur sursaturée qui a pour effet d'accélérer le durcissement du béton et de régulariser sa prise.

12° Humidification du revêtement.

Le tuyau est humidifié sur parc pendant quelques jours puis stocké avant d'être expédié sur un chantier de pose.

C - TRANSPORT ET MISE EN PLACE

1° Transport.

A la sortie de l'humidification secondaire, les tuyaux sont stockés sur un immense quai de chargement.

Ils sont amenés à pied-d'œuvre, par paires, à l'aide de camions rapides, à semi-remorque de 15 tonnes. Le chargement s'effectue sans peine, le plateau des camions se trouvant au niveau du quai.

La distance de transport atteint dans le cas extrême 90 kilomètres, dont une partie sur bonne route et une partie sur des pistes aménagées pour la circonstance.

Le déchargement est effectué par une équipe de 8 hommes à l'aide de rampes légères fixées aux côtés du camion.

Dans les régions où la tranchée est d'accès facile, le déchargement est fait à proximité immédiate du tracé. Dans les parties accidentées les tuyaux sont déchargés dans des parcs provisoires d'où ils sont repris soit par de puissants triqueballes remorqués par un tracteur à chenille, soit par l'engin de pose lui-même.

Trench liner pour les terrassements en plaine.



2° Exécution du lit de pose : terrassements.

Afin de protéger la conduite contre les variations de température, contre les pluies torrentielles et les glissements de terrain, il a été décidé de l'enterrer sur tout son trajet (sauf au franchissement des ruisseaux et rivières).

Elle repose donc le plus généralement au fond d'une tranchée de 1 m. 60 de large et de 3 à 4 mètres de profondeur sur un lit de terre meuble soigneusement réparti sur le fond de la fouille. Sur les ouvrages d'art, la conduite est supportée par des berceaux en béton à raison de deux par élément. Il en est de même dans les divers souterrains situés aux points hauts dans les régions montagneuses.

L'importance considérable des terrassements (800.000 m³) a conduit à les mécaniser au maximum.

Le chantier utilise, à cet effet, un excavateur extrayant 70 mètres cubes à l'heure et 8 pelles mécaniques de 600 litres.

Dans les régions rocheuses, la tranchée est exécutée à la mine. 15 compresseurs de 40 CV sont affectés à ce travail.

3° Pose des tuyaux.

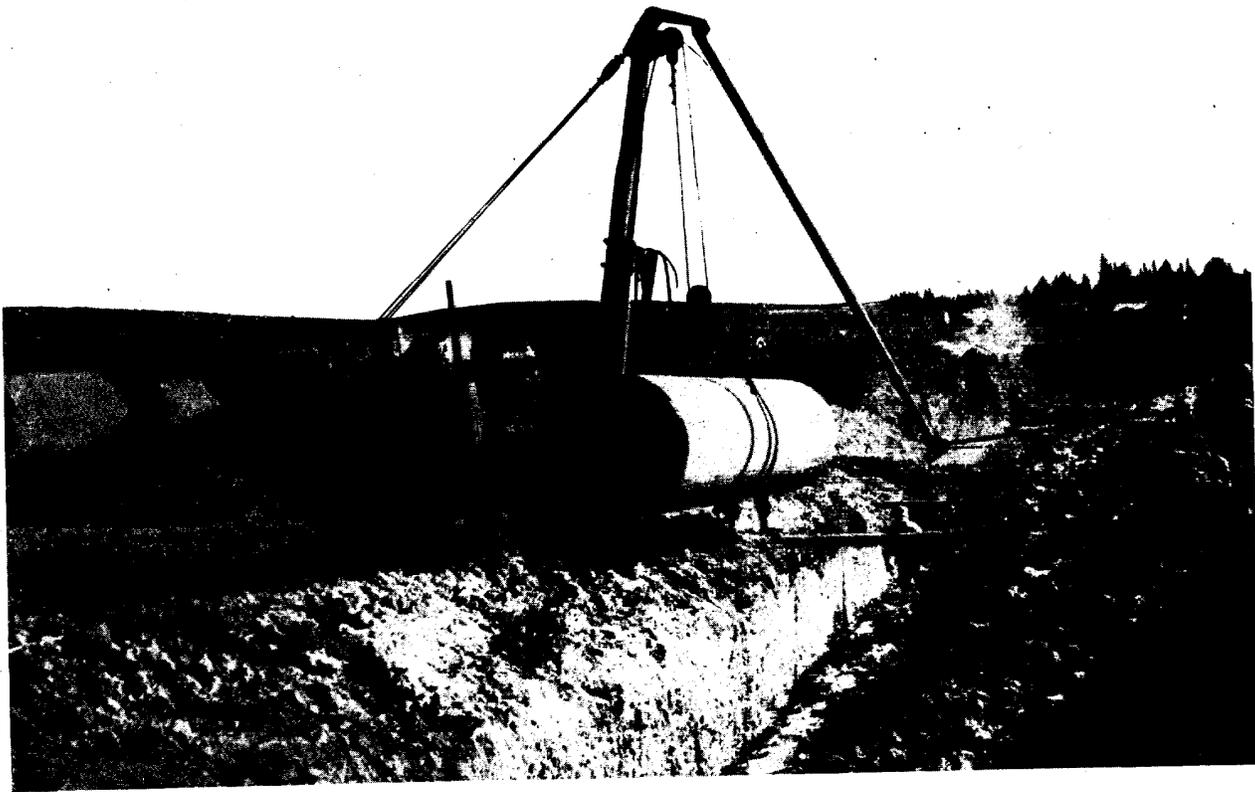
En tranchée, sauf dans les régions à très forte pente, la pose est exécutée à l'aide de puissants tracteurs à chenille munis d'une flèche latérale (side-boom). L'ensemble du chantier comprend quatre de ces engins permettant la reprise sur parc, le transport à pied-d'œuvre, la descente et la mise en place.

Le début de l'emboîtement est réalisé sans difficulté, le tuyau à mettre en place étant présenté en équilibre au bout du câble du side-boom. C'est l'engin lui-même qui, par un léger déplacement longitudinal, introduit l'about mâle dans l'emboîtement femelle.

Il ne reste qu'à exécuter le serrage à l'aide d'une machine spéciale circulant à l'intérieur du tuyau et comportant deux couronnes de patins montées sur un arbre à double filetage. La rotation de cet arbre a pour premier effet d'écarter les patins du centre et de les coincer contre les parois des deux tuyaux à emboîter. Le coincement une fois obtenu,

Terrassement délicat à l'oued Zit.





Mise en place des éléments de canalisation.

les couronnes ont tendance à se rapprocher, complétant ainsi l'insertion du tuyau en cours de pose (qui est toujours suspendu au câble du side-boom) dans le tuyau précédent.

Dans les régions très accidentées, le tuyau descendu au fond de fouille y circule sur un traîneau : il est mis ensuite en place à l'aide de chèvres et de palans.

Sur les ouvrages de franchissement d'oueds et dans les souterrains, il est fait usage d'un portique en charpente métallique roulant sur galets.

4° Essais.

A peine un tuyau est-il posé, que le joint par lequel il est relié au tuyau précédent, est essayé sous pression d'eau. Si par hasard une anomalie est décelée, elle est aussitôt corrigée.

Par la suite, la conduite est mise en eau et essayée par longs tronçons. Cette deuxième série d'essais n'a jamais décelé de fuites.

5° Remblais.

Un premier remblayage est réalisé à la main afin de créer, sous la conduite et sur ses flancs, un remplissage homogène et exempt d'éléments durs susceptibles de poinçonner les tuyaux sous l'effet de tassements toujours possibles.

La tranchée est ensuite comblée au bull dozer.



D - OUVRAGES D'ART

1^o Ouvrages de franchissement et souterrains.

Les franchissements de rivières, ruisseaux, dépressions, se font le plus souvent sur des passerelles comportant une série de poutres en béton, d'une longueur de 14 mètres, reposant sur des piles de divers types. Les poutres ont une section en forme de T. Quant aux piles, elles sont constituées, pour les grands ouvrages, par des groupes de colonnes réalisées à l'aide de tuyaux en béton précontraint de petit diamètre.

Lorsqu'il s'est agi de traverser des lits d'oueds situés dans des terrains mouvants, il a été nécessaire d'enterrer profondément la conduite et de la protéger par d'importants gabionnages.

A certains points hauts du tracé, situés en région très accidentée, la conduite est placée à l'intérieur de galeries souterraines dont la section a été déterminée de façon assez large pour permettre le remplacement éventuel de tuyaux.

2^o Ouvrages hydrauliques.

Les plus importants sont les brise-charge, au nombre de 7, situés aux points hauts. Ces brise-charge ont été décrits au chapitre 1^{er}.

Trois cheminées d'équilibre composées d'un réservoir de 80 mètres cubes supporté par une ossature en béton,

assurent concurremment avec les brise-charge la régularité de l'écoulement dans la conduite.

En dehors des ouvrages ci-dessus, chacun des sommets du profil en long comporte une ventouse située dans une chambre en maçonnerie, tandis qu'à chaque point bas est installée une vanne de vidange également abritée.

E - ORGANISATION DE L'ENSEMBLE USINE-CHANTIERS

Usine proprement dite.

L'Usine a été construite à Laferrière, de façon à être desservie par la voie ferrée Oran-Aïn-Témouchent à laquelle elle est reliée par un embranchement particulier et à se trouver à peu près à mi-chemin des deux extrémités de la conduite.

Elle comporte une série de halls de plain-pied, la circulation des tuyaux se faisant soit par roulement à même des madriers scellés dans le sol (sens transversal), soit sur des lorries dont les voies sont encaissées de 40 cm. par rapport au dallage de l'usine (sens longitudinal).

Les halls sont dominés par les deux tours-silos situées l'une au-dessus des bétonnières du béton primaire, l'autre au-dessus des bétonnières du revêtement secondaire.

A droite et à gauche des halls de fabrication se trouvent le parc d'humidification primaire et le parc d'humidification secondaire contigu au quai de chargement.

Essai sous pression du joint Socoman par l'intérieur. (Note: l'aspect poli des parois).



Au delà de ce quai de chargement se trouvent les garages et ateliers du service des transports par route.

L'usine comporte en annexe une carrière et sa station de concassage équipée pour traiter 80 mètres cubes par jour. Le sable de la plage de Turgot et les agrégats concassés sont transportés par camion.

La cadence de fabrication de l'usine est de 25 à 30 tuyaux par jour, permettant la pose de plus de 5 kilomètres de canalisation par mois.

Répartition des chantiers de terrassement et de pose.

Cette répartition a été imposée par la nature des terrains traversés par la conduite. Les 50 premiers kilomètres, en partant des bassins de filtration du Bou-Hallou, comportent une proportion importante de terrains accidentés et rocheux. Par contre, la partie aval de la conduite est située dans des terrains justifiables des engins de terrassement mécanique.

La différence des cadences de travail possibles est indiquée par la répartition des engins de pose : 3 en région montagneuse contre 1 en plaine; et encore les rendements sont-ils très différents; l'ensemble des trois engins pose 10 tuyaux par jour, tandis que l'unique side-boom en plaine en pose 20 (son record étant 48 soit 336 mètres de conduite).

Effectif.

L'usine de Laferrière occupe 310 personnes, y compris le personnel affecté au transport des tuyaux.

Le chantier de plaine comprend 220 hommes répartis entre les travaux suivants : déchargement des camions, terrassements, pose, construction des tasseaux pour traversée d'oueds peu profonds, essais, construction des chambres de ventouses et des vannes de vidange, remblayage.

Le chantier de montagne comprend :

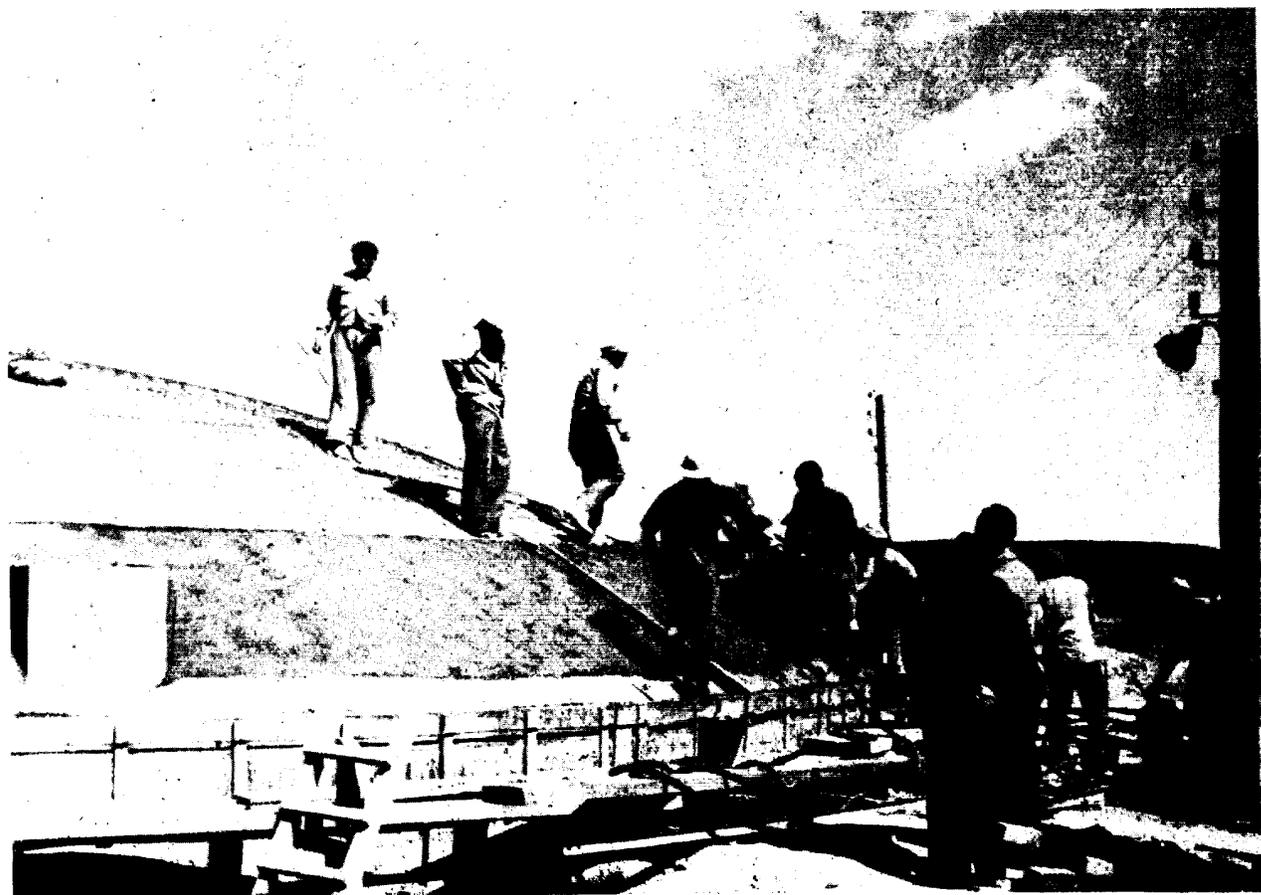
- Terrassement rocheux et ouvrages d'art . 300 hommes
- Terrassement mécanique, terrassement à la main, pose, remblayage partiel 200 hommes
- Petits ouvrages, essais, finitions 120 hommes
- Personnel d'entretien, transport intérieur, ravitaillement..... 50 hommes
- Construction de brise-charge..... 50 hommes

L'ensemble représente donc un effectif total de 1.250 personnes.

Avancement des travaux.

Les premiers tuyaux ont été posés en juillet 1947. La cadence mensuelle de fabrication et de pose, conditionnée par des questions de financement, a crû progressivement pour atteindre 6.600 mètres au cours du mois de juin 1950. L'achèvement de la conduite est envisagé pour les premiers mois de 1952.

Coulée et pervibration de la coupole d'un brise-charge.



CONCLUSIONS

ÉCONOMIE DE L'OUVRAGE.

En ne considérant que les travaux de la Canalisation, barrage excepté, le montant total des travaux évalué en décembre 1948 (y compris ceux qui sont déjà exécutés, comptés pour les dépenses qu'ils ont réellement occasionnées), se décompose comme suit, en millions de francs :

I. — Souterrain de la Tafna	450 millions
II. — Bassin de compensation	180 millions
III. — Stations de filtration et de stérilisation	750 millions
IV. — Conduite proprement dite	4.220 millions
V. — Aménagements divers (réservoirs d'Oran, Conduite de Mers-el-Kébir, etc., etc...)	300 millions
	<hr/>
	5.900 millions

dont la répartition est la suivante :

— Ville d'Oran	4.800 millions
— Algérie	350 millions
— Marine Nationale	750 millions
	<hr/>
	5.900 millions

A fin 1950, plus de trois milliards de travaux ont été exécutés et l'achèvement est prévu sur la base annuelle de 1 milliard à 1 milliard et demi de francs.

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX.

Pour la confection de ces ouvrages, non compris le barrage, l'utilisation des matériaux de base dépasse :
10.000 tonnes pour les aciers,
40.000 tonnes pour le ciment,
7.500 tonnes pour les fontes,
et correspond à plus de 100.000 mètres cubes de béton et environ 25.000 éléments de canalisation.

DÉLAIS PRÉVUS.

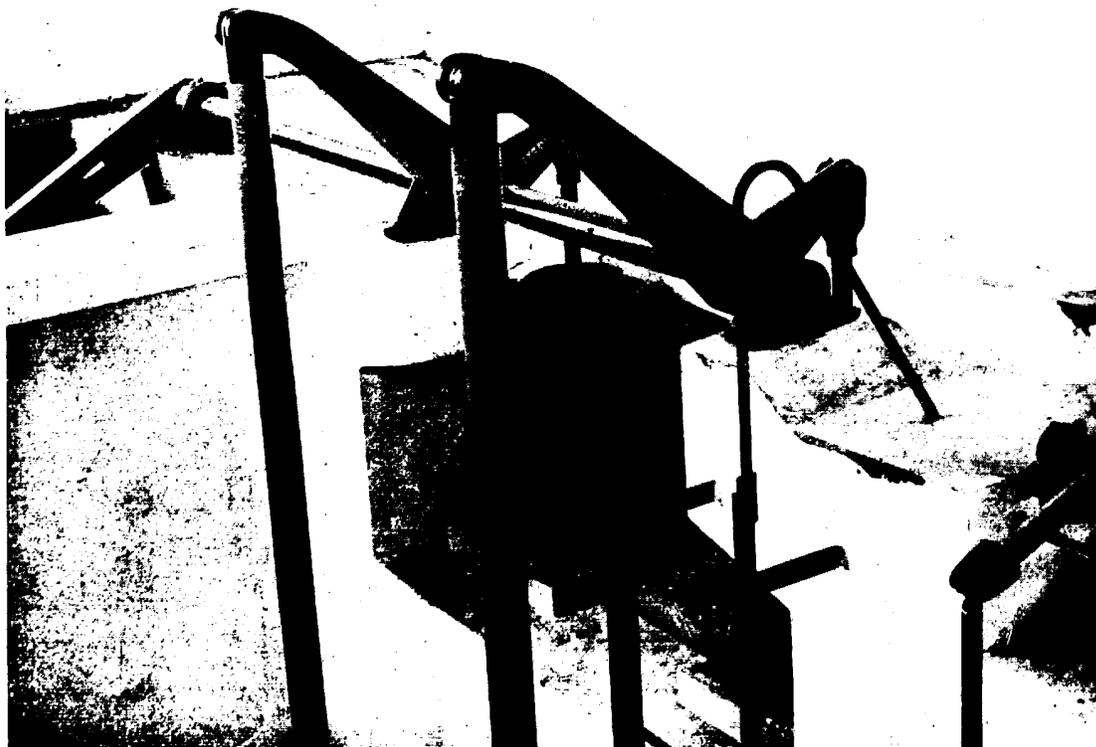
Le souterrain de la Tafna et le bassin de compensation ont été terminés au **début de l'année 1950**, ainsi que leurs ouvrages annexes.

La station de filtration a son gros œuvre terminé — et est en cours d'équipement en appareillages — elle sera terminée en **octobre 1951**.

La station de stérilisation du brise-charge N° 8 sera en service à la même époque.

La canalisation et les ouvrages complémentaires seront terminés dans le **premier semestre 1952**.

Appareillage Neyrpic dans un brise-charge (tringlerie des vannes papillon et Dash pot).



Édité avec le concours des Sociétés :

SOCOMAN

SOCIÉTÉ COMMERCIALE ET MINIÈRE POUR L'AFRIQUE DU NORD

37, BOULEVARD BEAUPRÊTRE - ALGER

Tél. : 695-44 (3 lignes)

USINES EN ALGÉRIE, TUNISIE ET MAROC

Adduction des eaux.

**Canalisations en fonte
et béton précontraint.**

Entreprise générale.

E. G. T. H.

ENTREPRISES DE GRANDS TRAVAUX HYDRAULIQUES

29, RUE DE MIROMESNIL - PARIS (8^e)

Tél. : ANJou 09-30

Barrages - Travaux hydrauliques.

Travaux à la mer - Dragages.

Usines hydroélectriques.

Routes - Ponts.

CHABAL

C. CHABAL & C^{ie}

34, RUE AMPÈRE - PARIS (17^e)

Tél. : CARnot 89-52

AGENCES A ALGER - TURENNE

Filtration

et stérilisation des eaux.

Travaux hydrauliques.

NEYRPIC

AVENUE DE BEAUVERT - GRENOBLE (Isère)

Tél. : 55-30

USINES ET AGENCES A ALGER, TUNIS ET RABAT

Laboratoire d'Hydraulique.

Équipement des grands barrages.

Centrales hydrauliques.

Réseaux d'irrigations

et d'adductions.

É D I T É P A R
L A D I F F U S I O N
D U L I V R E
I, Rue Lacépède
ALGER - Tél. : 403.53
A V E C L E C O N C O U R S
D E L A S O C I É T É
E D I C H A
97, Rue Saint-Lazare
P A R I S - T é l . : P i g . 7 6 - 8 7

1699 - Octobre 1950

40-